

オフィスビルの省エネルギー

オフィスビルの省エネのポイントと対策および事例を紹介



財団法人/省エネルギーセンター

はじめに

2008年度から京都議定書第1約束期間が始まり、温室効果ガスの排出量を2012年度までに基準年度(1990年度)比で6%削減するという目標を達成する必要があります。この温室効果ガスの内、約87%がエネルギー起源の二酸化炭素によるものです。この二酸化炭素の排出量は、特に民生業務部門の伸びが著しく抜本的な対策強化が急務となっています。

このパンフレットは、当センターで実施した調査データをもとにオフィスビルのオーナー、省エネ推進担当者、エネルギー設備管理担当者向けに、省エネのポイントと対策および事例について解説したものです。オフィスビル特有のエネルギー消費の特徴を踏まえ、省エネ対策の活動推進につながれば幸いです。

目次

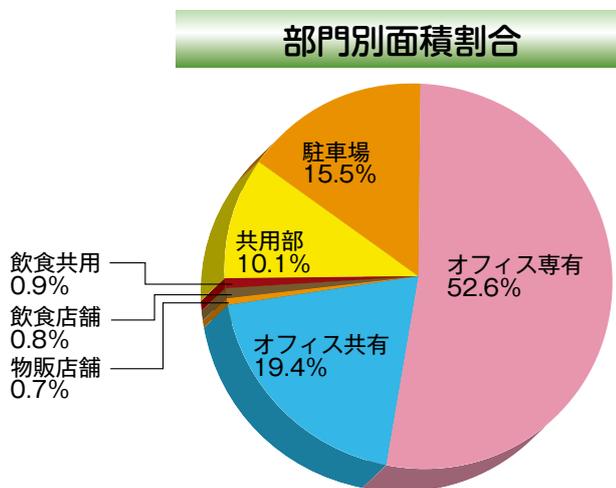
1. オフィスビルのエネルギー消費の特徴	2
1.1 オフィスビルの部門別エネルギー消費	2
1.2 オフィスビルの用途先別エネルギー消費	3
1.3 オフィスビルの形態別エネルギー消費原単位	4
1.4 オフィスビルの規模別エネルギー消費原単位	5
1.5 オフィスビルのエネルギー消費の相関関係	5
2. オフィスビルの省エネのポイント	8
3. オフィスビルの省エネ対策のチェックポイント	10
4. オフィスビルの省エネ事例	12
5. 運用改善による省エネ促進ツール・手法の活用	18

1. オフィスビルのエネルギー消費の特徴

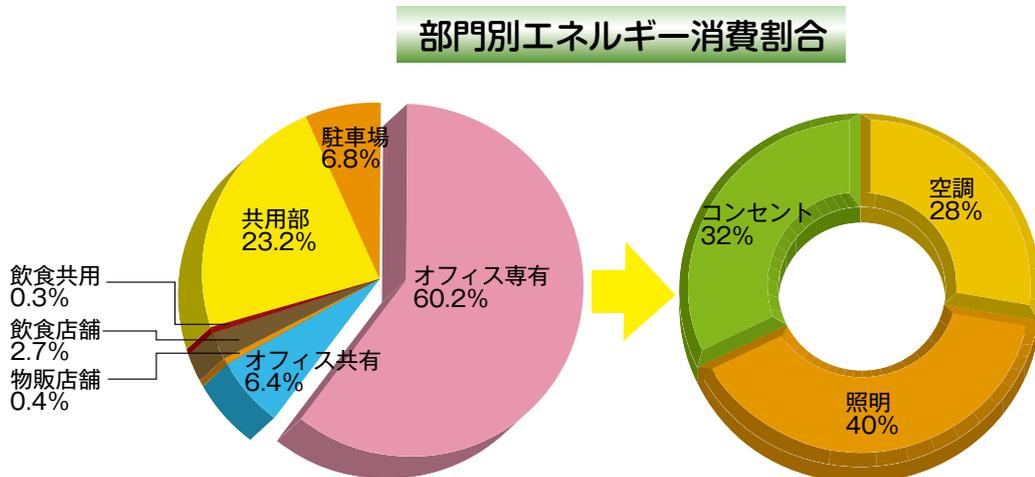
1.1 オフィスビルの部門別エネルギー消費

オフィスビルは規模が大きくなるほど、店舗等の一般オフィス以外の面積比が大きくなり、形態が多様化しています。下のグラフは、35,000m²程度のオフィスビルを例に、部門別面積割合と部門別エネルギー消費割合を示したものです。

オフィスビルの形態を表す指標としてはレントابل比[一般オフィス面積/延床面積]があります。このビルの例ではレントابل比は「オフィス専有」の52.6%となります。また、「オフィス共有」はオフィスフロアのエレベータホールやトイレなどを指しています。



部門別エネルギー消費におけるグラフの値は、空調負荷及び照明・コンセント・換気等で消費した燃料・熱・電気の一次エネルギーの割合を示します。小グラフは、この内、オフィス専有部門の消費先割合を示したものです。共用部のエネルギーとは受変電設備、熱搬送、倉庫、機械室で消費された一次エネルギーを表します。オフィス共有部のエネルギーはトイレ・エレベータ・会議室・休憩室・応接室等で消費された一次エネルギーを表します。

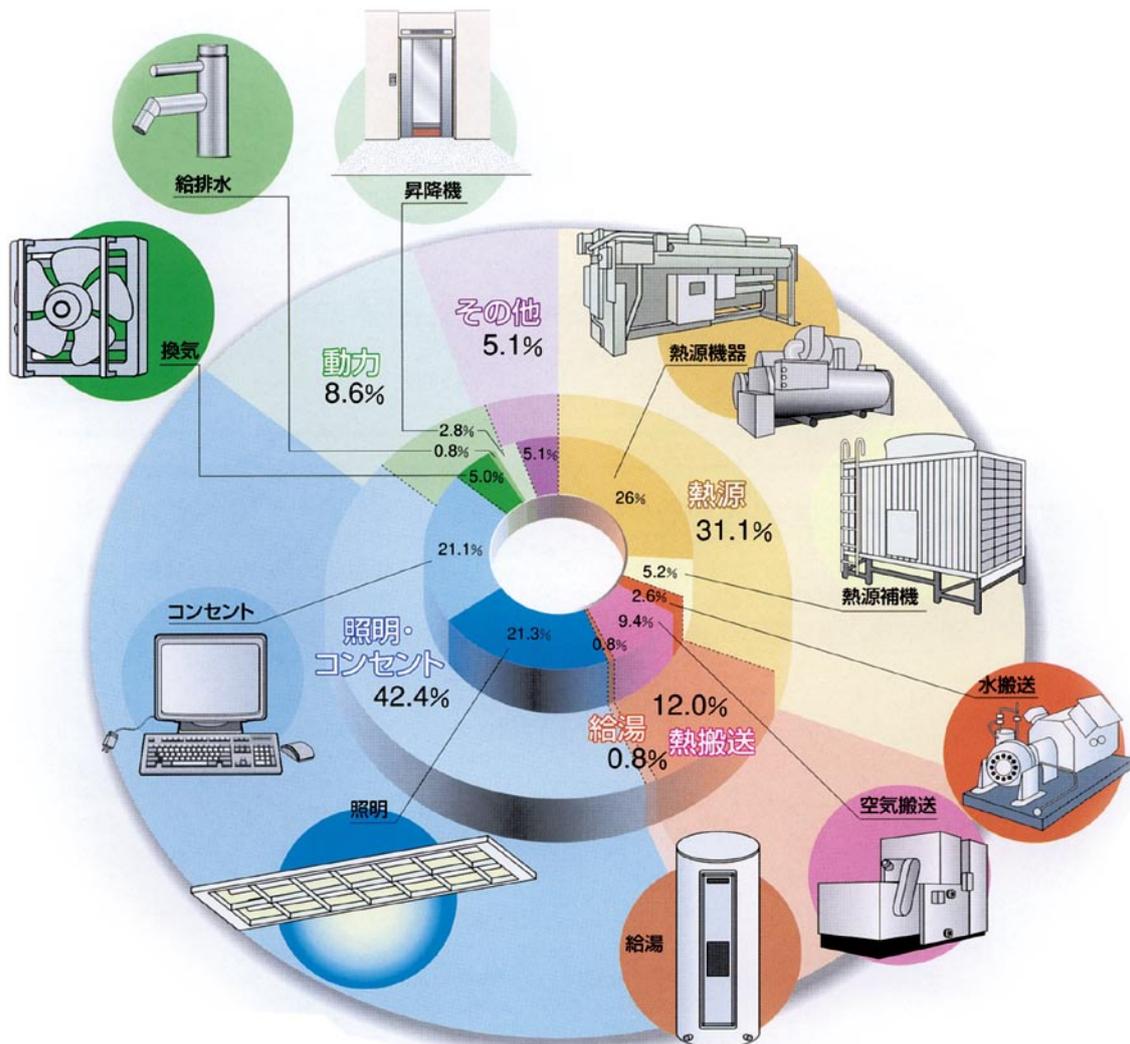


1.2 オフィスビルの用途別エネルギー消費

ビルのエネルギー管理では、どこでどのくらい消費されているかエネルギー消費実態を把握することが重要です。下の表はエネルギー用途の区分を示したものです。下のグラフは、レントابل比60%以上(熱源有)のテナントビルを対象に表の項目と細目にしたがって分類したエネルギー消費割合を示します。

エネルギー消費構造

エネルギー用途区分		主なエネルギー消費機器
項目	細目	
熱源	熱源本体	冷凍機、冷温水機、ボイラ、他
	補機動力	冷却水ポンプ、冷却塔、冷温水1次ポンプ、他
熱搬送	水搬送	冷温水2次ポンプ
	空気搬送	空調機、ファンコイルユニット、他
給湯	熱源本体	ボイラ、循環ポンプ、電気温水器、他
照明・コンセント	照明	照明器具
	コンセント	事務機器、他
動力	換気	駐車場ファン、他
	給排水	揚水ポンプ、他
	昇降機	エレベータ、エスカレータ、他
その他	その他	トランス損失、店舗動力、他

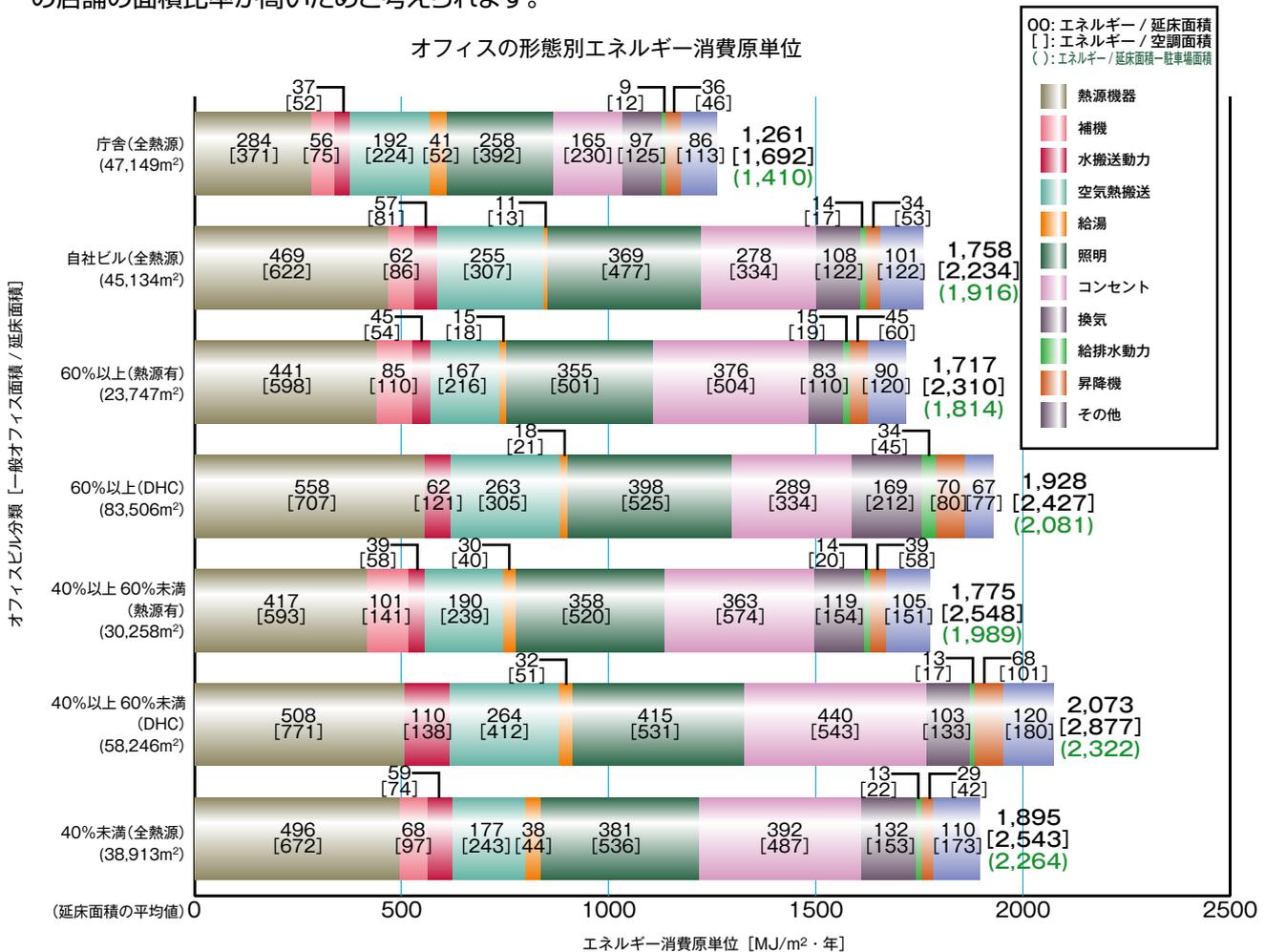


1.3 オフィスビルの形態別エネルギー消費原単位

下のグラフは、オフィスビルの調査データより、エネルギー消費構造の分析が可能な120件の有効データを抽出し、庁舎、自社ビル、テナントビルに分類し、さらにテナントビルについてはレントラブル比(貸室面積比)で層別し、エネルギー用途別のエネルギー消費原単位※(各データ群の中央値)を表示したものです。

※エネルギー消費原単位:エネルギー使用量を生産数量又は建物床面積その他エネルギー使用量と密接な関係を持つ値で除したものの結果より以下のことが分かります。

- ① 庁舎は、一般のオフィスビルに比べて空調運転期間・室内温度及び照明の消灯等の管理が徹底されているところが多く、それらの省エネ取組みが原単位として表れていることが考えられます。
また、議場のように常時使用されていない部分を面積に含んでいます。
- ② DHC(地域熱供給)のビルは、都心の規模が大きい超高層・高層ビルが多く、窓が開かない等の構造により空調時間が長くなることや、業務の性質上、就業時間の長いテナントが多く入居している等の理由により、原単位が大きくなっていることが考えられます。
- ③ レントラブル比が小さい程、原単位が大きい傾向にあります。これは、エネルギー消費原単位の大きなオフィス以外の店舗の面積比率が高いためと考えられます。

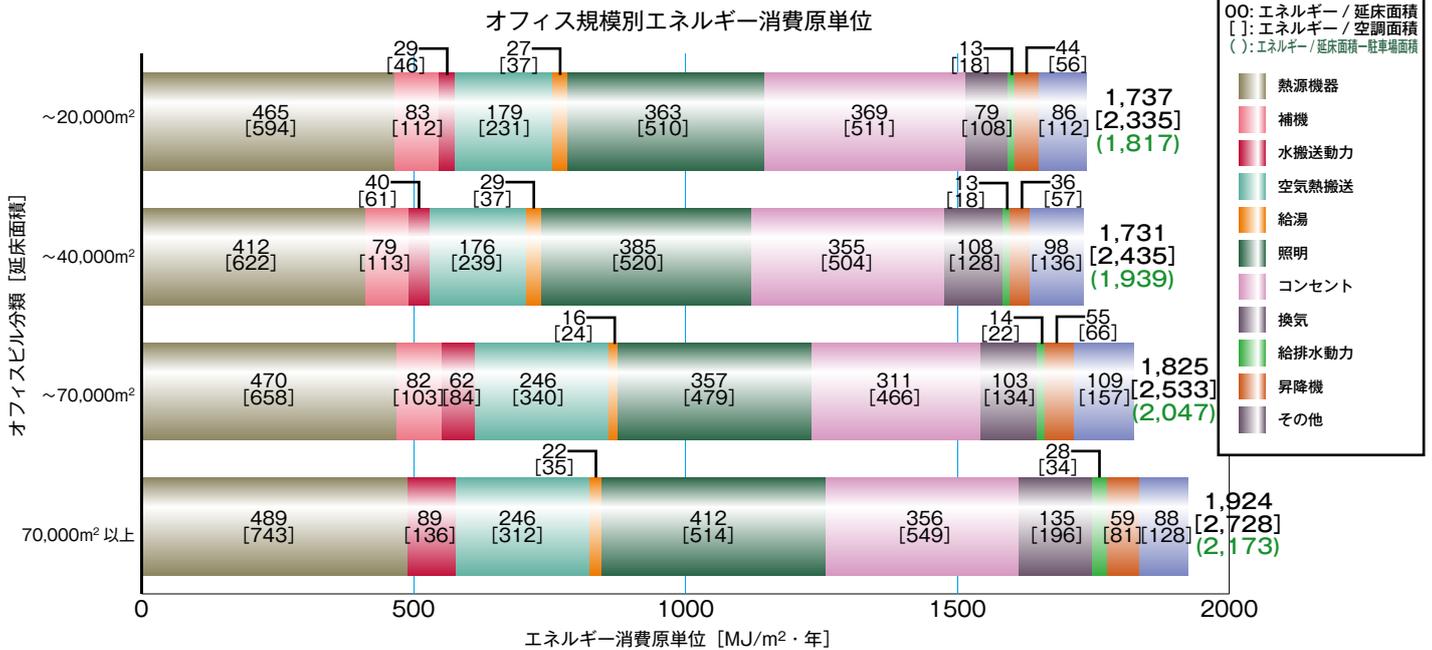


※中央値とはデータを大小の順番に並べた時、真ん中に位置する値をいいます。

1.4 オフィスビルの規模別エネルギー消費原単位

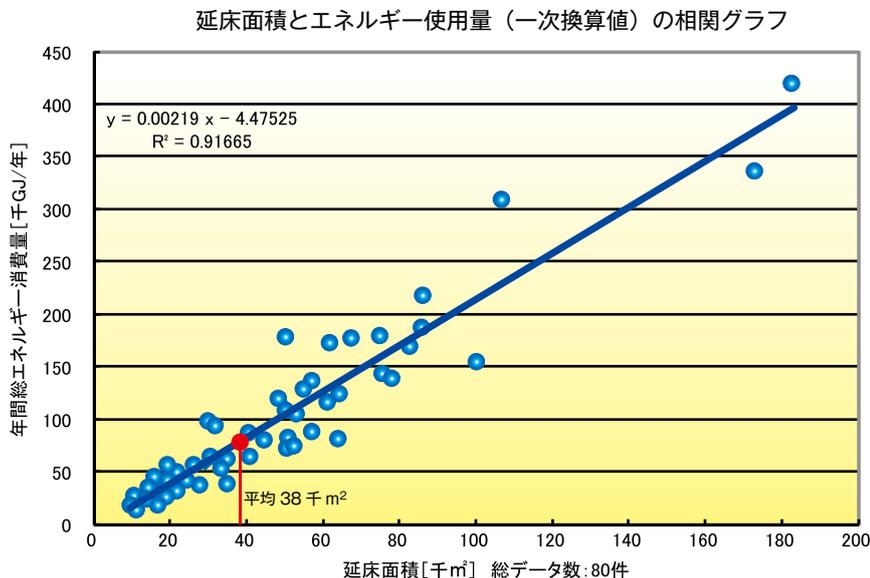
下のグラフは、オフィスビルの調査データの内、庁舎を除いたものを面積規模で層別し、オフィスの規模別エネルギー消費原単位(各データ群の中央値)を表示したものです。

この結果より、規模が大きいほど原単位が大きくなる傾向にあります。これは建物の高層化に伴う水搬送動力と昇降機におけるエネルギーの増加が影響していると考えられます。



1.5 オフィスビルのエネルギー消費の相関関係

下のグラフは、オフィスビルの調査データの内、レントラブル比40%以上のテナントビルについて、延床面積と年間総エネルギー消費量の相関関係を表したものです。グラフより、延床面積と年間総エネルギー消費量は高い相関関係がみられます。また、相関関係は、熱源保有のビルより、DHC(地域熱供給)の方が高くなっています。



空調エネルギーの相関について

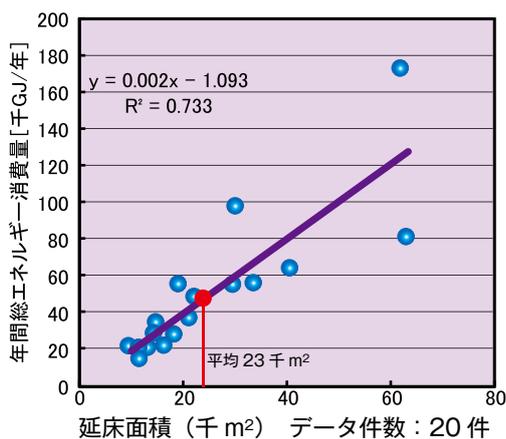
空調エネルギーと規模[延床面積]との関係は、熱源エネルギー消費量より熱源(冷凍機・補機)+熱搬送エネルギー(ポンプ・ファン)の方が相関関係は高くなっています。このことから、空調の原単位を管理する際は、熱源+熱搬送エネルギーで管理することがポイントであると考えられます。

照明・コンセントのエネルギーの相関について

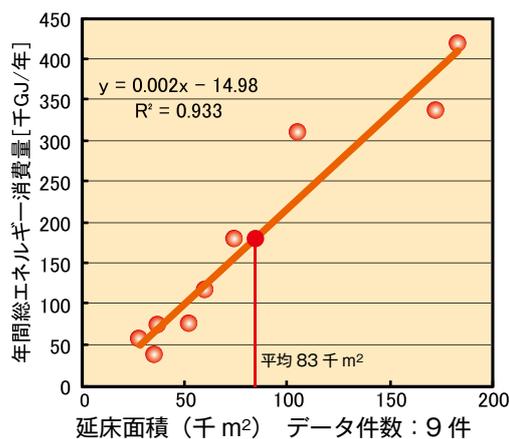
一般にオフィスビルでは、照明・コンセントを分離せず一括計量(課金等の目的)で管理されています。グラフに示したように、一括データと比較して照明エネルギーを分離した場合のほうが相関が高くなっています。これは、照明に比べ、コンセント負荷の方はオフィスのOA機器の設置状況等により大小があるためと考えられます。このことから、エネルギー管理の観点から照明とコンセントを別計量で管理することが望ましいと考えています。

レタブル比60%以上

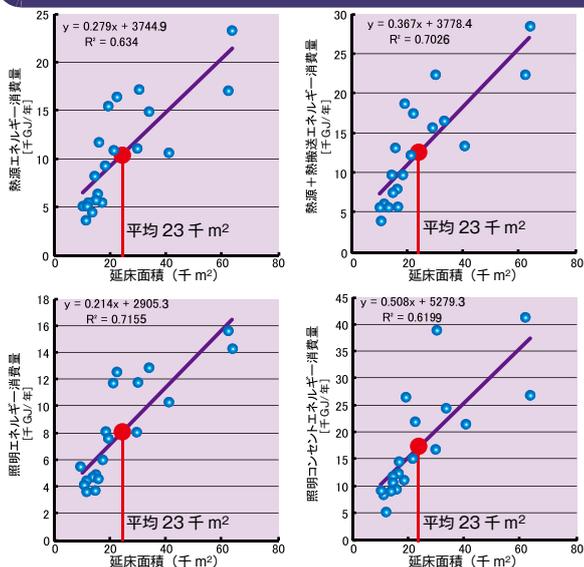
熱源保有ビル



DHC

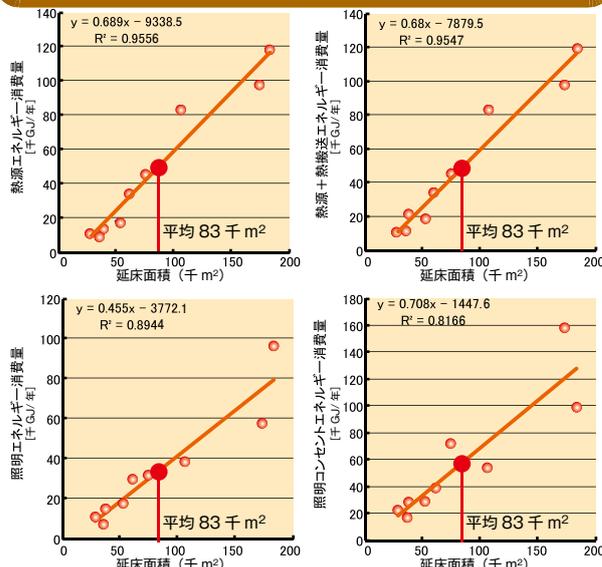


熱源保有ビル



延床面積との相関は「熱源エネルギー」より「熱源+熱搬送エネルギー」の方が高い傾向が表れています。

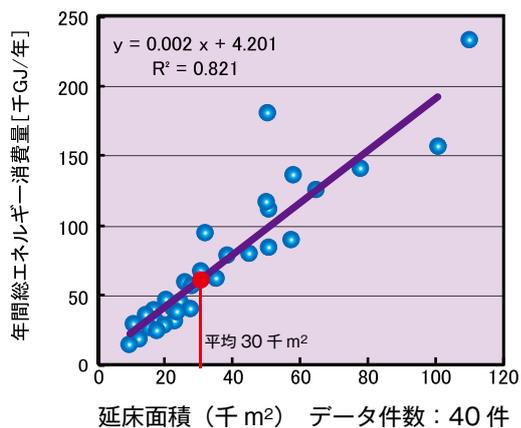
DHC



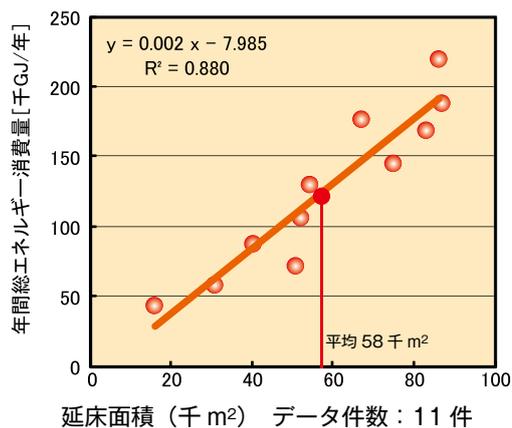
いずれの用途においても、延床面積と高い相関関係があります。

レンタル比40%以上60%未満

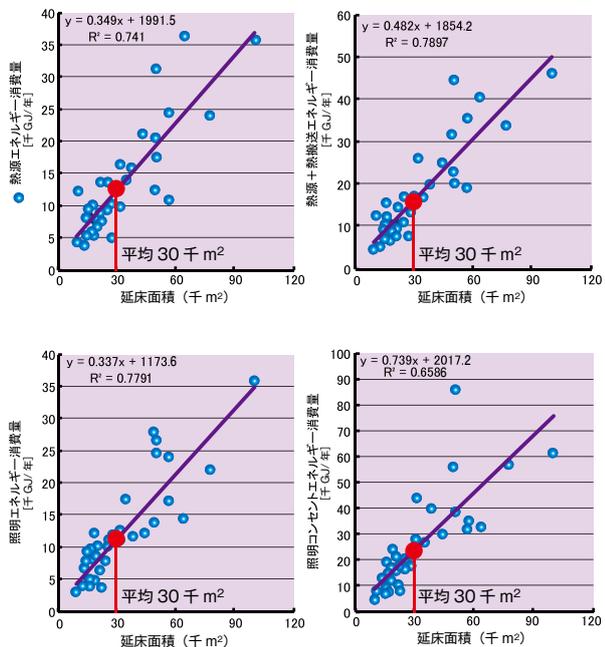
熱源保有ビル



DHC

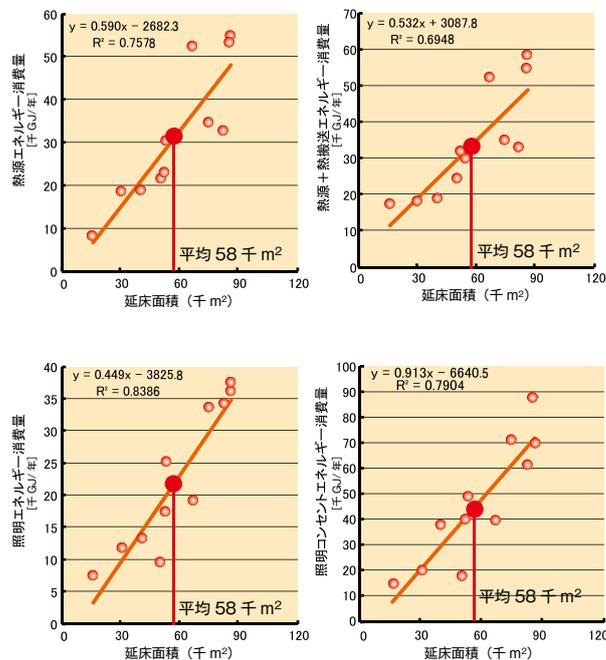


熱源保有ビル



延床面積と「熱源 + 熱搬送エネルギー」「照明エネルギー」に高い相関関係が見られます。

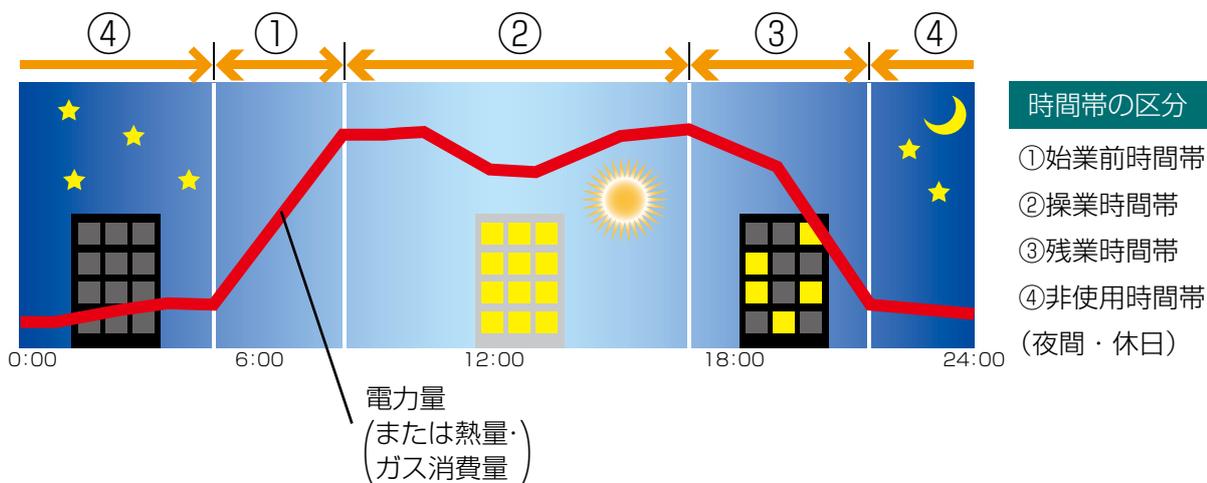
DHC



レンタル比60%以上の DHC(地域熱供給)ビルと比較すると相関関係が低くなっています。これは、オフィス以外の店舗や IT関連等の用途がエネルギー消費量に影響しているものと考えられます。

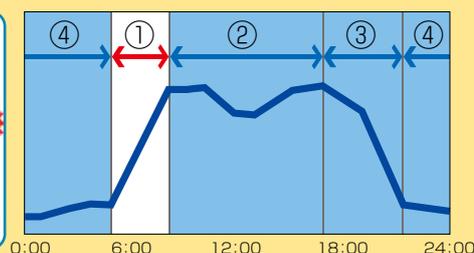
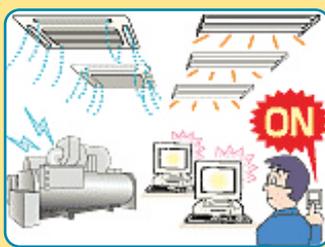
2. オフィスビルの省エネのポイント

オフィスビルにおいては時間帯によるエネルギー消費のトレンドから、各種省エネのポイントが抽出できます。エネルギーは、電力・燃料及びそれらを合算したもの、またそれらが消費構造分類で把握されていることが理想的ですが、まずは電力の総量のみでもかなりの情報分析が可能です。4つの時間帯におけるエネルギー消費の特徴より、主な省エネのポイントを以下に示します。



始業前時間帯 この時間帯のエネルギー消費の特徴

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。また、始業時間に合わせて人の出勤に伴い、照明・コンセント負荷が急速に大きくなる時間帯です。

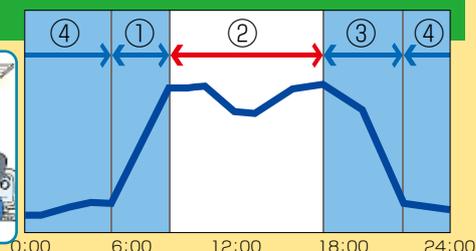


No.	この時間帯における主な省エネ対策
1	熱負荷の少ない中間期のトレンドが夏期・冬期と同じような場合は、空調機の運転開始時刻を遅らせる
2	冷暖房期の空調運転開始時は、外気の取入れをカットし負荷を軽減する
3	建物東面の窓は業務終了時にブラインドを閉め、翌朝の日射負荷を軽減する
4	冷房期間の未明にナイトパーズを行い、夜間・休日の躯体・室内発熱・日射による蓄熱を除去し空調負荷を軽減する
5	暖房用に立ち上りの早い貫流ボイラ等を導入し、運転開始時間を短縮する

操業時間帯

この時間帯のエネルギー消費の特徴

この時間帯は、全日のうち最もエネルギー消費が大きくなります。特に夏期においては電力の最大値が発生します。このため、使用者自らの省エネの取組みが消費量に大きく影響します。また、季節による空調負荷の変化に伴い、設備の運転効率の管理が重要な省エネポイントとなります。

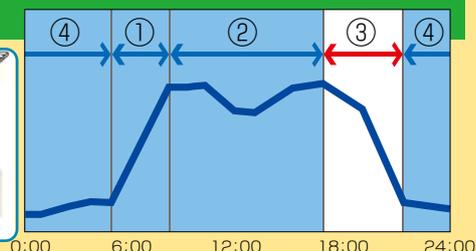


No.	この時間帯における主な省エネ対策
1	夏期の軽装等を奨励し、室内温度を適正に調整する(政府推奨温度を参考とする)
2	事務所の照明は、使用者自ら昼休みの消灯を徹底する
3	季節の負荷の変化に応じ、空調熱源機器と補機を含めた設備の総合的なエネルギー効率を向上させるよう運転管理する
4	CO ₂ 濃度を管理し、必要最小な外気取入れを調整し、リニューアル時はCO ₂ センサー等による外気導入制御を導入する
5	リニューアル時に、高効率な熱源装置及び変风量・変流量方式を導入し、その際効率の高い運転が可能な容量に台数を分割して導入する

残業時間帯

この時間帯のエネルギー消費の特徴

業務開始の時間帯と比較して、エネルギー消費が緩やかに減少します。この残業時間帯は、空調・照明コンセント共に部分負荷となるため、区画の限定及び設備の運転効率の管理が重要な省エネポイントとなります。



No.	この時間帯における主な省エネ対策
1	オフィス内の照明は、在室ゾーンのみ点灯する等区画を限定する
2	共用部の照明を部分点灯にする
3	冷暖房終了時間前に熱源機を停止し装置内の熱を有効利用する(ポンプのみ運転し、熱源機及び配管内の熱を使い切る)
4	区画が限定できるような機器を選択して運転する等、効率の良い運用をする(空調機とヒートポンプが同一ゾーンに設置されているような場合)
5	退出フロアの給湯温水器・洗浄便器の電源を夜間モードにする

非使用時間帯 (夜間・休日)

この時間帯のエネルギー消費の特徴

この時間帯は、就業時間外であるため一般空調が停止し、照明もほとんどが消灯していますので、昼間と比較してエネルギー消費が極端に少なくなります。但し、ベースロードといわれるように、ここで消費されるエネルギー量は、年間24時間を通して消費されるため、この時間帯の省エネ効果は大きいものとなります。



No.	この時間帯における主な省エネ対策
1	深夜の巡視による不要な照明・換気の有無を確認し、無駄を排除する
2	変圧器の負荷を集約し、稼働台数を減らすことで鉄損(無負荷損失)を減らす
3	エレベータの運転台数を減らす
4	自販機をタイマー制御により夜間停止する
5	高効率なトッランナー変圧器に更新し、損失を最小限にする

3. オフィスビルの省エネ対策のチェックポイント

その1

使用者による省エネ対策

使用者による省エネ対策は、使用者自らが中心となり実施するもので、“室温の適正な調整”“昼休み消灯”等、使用者の努力や無駄の排除に相当するものです。これら負荷の軽減となる行為は、省エネ対策の第一歩です。

分類	主な省エネ対策	効果
管理	省エネ推進組織の整備	◎
空調	室内の温度を適正に調整する(政府推奨温度を参考とする)	事例1 ◎
	中間期・冬期は、外気冷房をする	事例2 ○
給湯	冬期以外は給湯を停止する	◎
	使用量の少ない時間帯は循環ポンプを停止する	○
照明・電気	不使用室は消灯する	◎
	昼休みは消灯する	◎
	自販機を夜間停止する	◎
建築	建物東面のブラインドを管理し、朝の冷房負荷を軽減する	○
昇降機	土休日及び夜間のエレベータの運転台数を調整する	◎

その2

運用による省エネ対策

運用による省エネ対策は、現状の設備を効率の高い状態で運用し、エネルギーの使用の合理化を図るもので、代表的な例として「機器・システムのチューニング」があります。この対策は、使用者に負担をかけることなく省エネを図るもので、エネルギー管理の基本です。

分類	主な省エネ対策	効果
空調・給湯	ボイラーや燃焼機器の空気比を調整する	○
	ボイラーのブローの適正化及び水質を管理する	○
空調	冷凍機の冷水出口温度設定と補機・搬送動力を合わせた効率を管理する	事例3 ○
	複数設置された熱搬送ポンプは、負荷に応じた運転台数に調整する	◎
	冷凍機の冷却水温度を管理して冷凍機の効率を上げる	事例4 ◎
	CO ₂ 濃度を管理し、必要最小限の外気取り入れを行う	事例5 ◎
	冷暖房開始時には外気取り入れを停止する	事例6 事例7 ○
	冷暖房終了時間前に熱源機を停止し、装置内の熱を有効利用する	○
	外気冷房が有効な期間は全熱交換器のバイパス運転を行う	◎
	空調機立ち上がり時間の短縮	事例8 ◎
照明・電気	変圧器の負荷率を管理し、相間バランスを取る	○
	電気室の温度設定を見直し、冷房負荷・換気動力を軽減する	○

その3

短期に回収可能な投資による省エネ対策

短期に回収可能な投資による省エネ対策とは、一般的に投資した額が省エネ効果によるコスト削減により、3～5年程度で回収可能な対策をいいます。回収年は、ビルの運用形態により同じ対策でも異なりますが、一般的に現状の設備の効率が悪い場合や、運転時間の長いポンプ・ファン類のインバータ化といった対策は、回収年が短くなります。

分類	主な省エネ対策	効果
空調	送風機にインバータを設置し、風量調整をする	◎
	ポンプにインバータを設置し、圧力・流量に対応した運転を行う	◎ 事例 9
	冷却塔の充填材は目詰まりの状況により交換する	○
空調・給湯	蒸気弁・配管等の断熱を強化する	◎
換気	駐車場換気設備に各種センサーを設置し、発停及び風量を制御する	○ 事例 10
給水・給湯	節水コマ・節水器具を採用する	○
	女子トイレに擬音装置を設置する	○
照明・電気	照明区分回路を使用区画に合わせて細分化する	○
	既存照明器具の安定器をインバータタイプにする	◎

その4

リニューアルによる省エネ対策

リニューアルによる省エネ対策とは、設備の老朽化に伴う大規模な改修を実施する際に、高効率な機器及びシステムを導入するものです。主な対策は、省エネ法の中長期計画作成指針の検討対象に掲げられています。

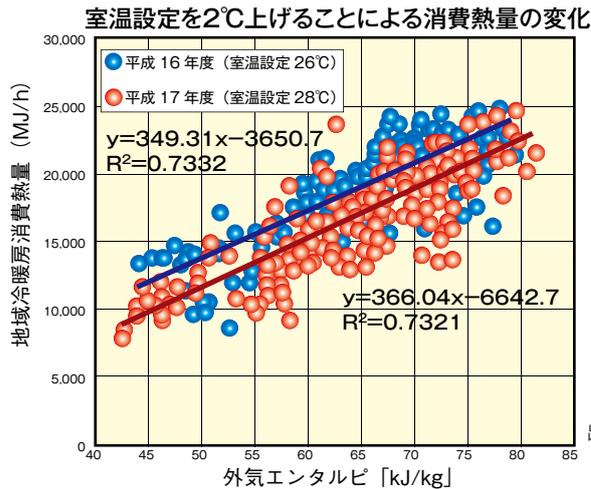
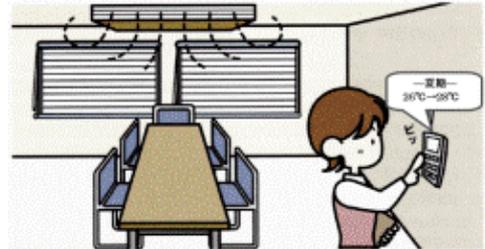
分類	主な省エネ対策	効果
空調	熱源機器容量と台数を適切にして部分負荷時の効率を向上する	◎
	変風量・変流量方式を導入する(VAV・VWV)	◎
	CO ₂ センサー等による外気導入制御を採用する	◎
	全熱交換器を採用する	○
	中間期・冬期の冷熱需要にフリークーリングを採用する	○
	BEMSを導入し、空調設備の総合効率の向上を図る	○
給湯	局所式の採用を検討する	○
照明・電気	高効率照明器具に更新する	◎
	高効率変圧器の採用と負荷バランスの平準化を行う	◎
	コンデンサ・リアクトルを低損失タイプに更新する	○

4. オフィスビルの省エネ事例

事例
1

室内の温度設定を省エネモードにする (夏:28℃ 冬:20℃)

冷房時の室温を26℃から28℃に変更すると
地域冷暖房の冷水熱量は約**11%**削減となり
ました。

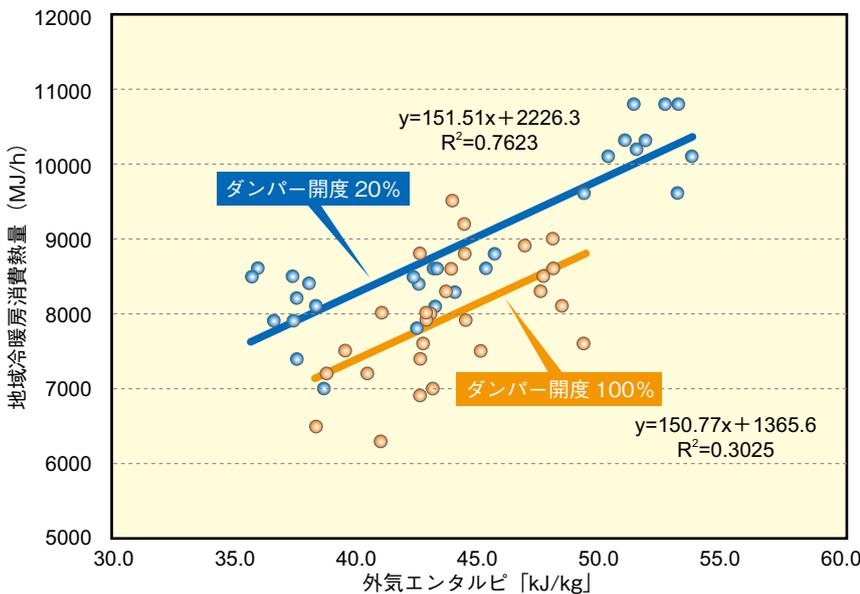
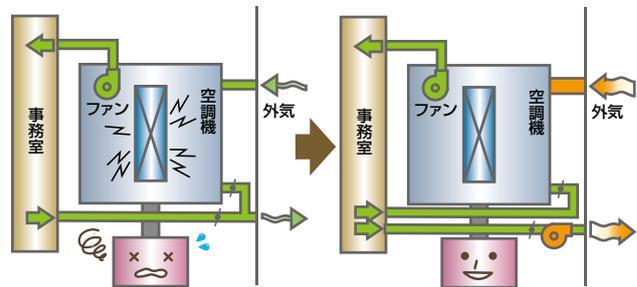


出典:省エネチューニングガイドブック(H18.3)

事例
2

外気冷房

中間期は外気によって自然冷房をしましょう。
空調機の外気ダンパーを開度20%から
100%に開いて外気冷房した場合、地域冷
暖房の消費熱量は**10%**の省エネとなりま
した。

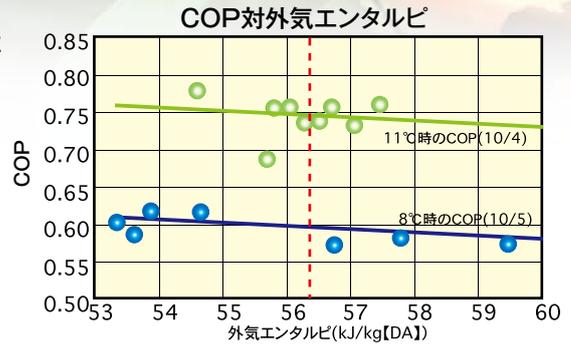


出典:省エネチューニングマニュアル(H20.3)

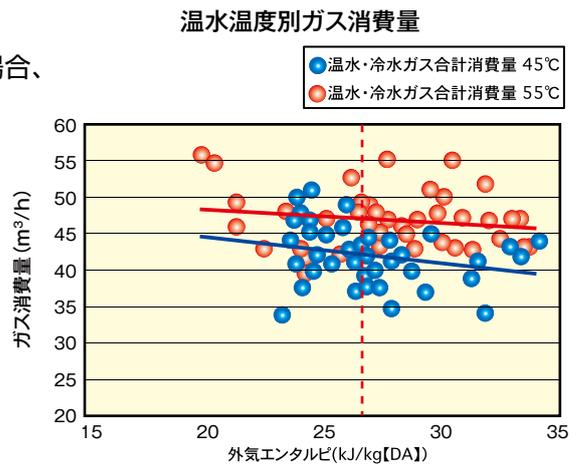
事例 3

冷温水出口温度設定値変更

中間期に冷水出口温度を8℃→11℃に変更した場合、冷温水発生器のCOPは
0.60→0.75 に向上し
20%の省エネ達成となりました。



初冬に温水出口温度を55℃→45℃に変更した場合、冷温水発生器の平均ガス消費量は
47.0→42.5m³/hと少なくなり
10%の省エネが達成となりました。

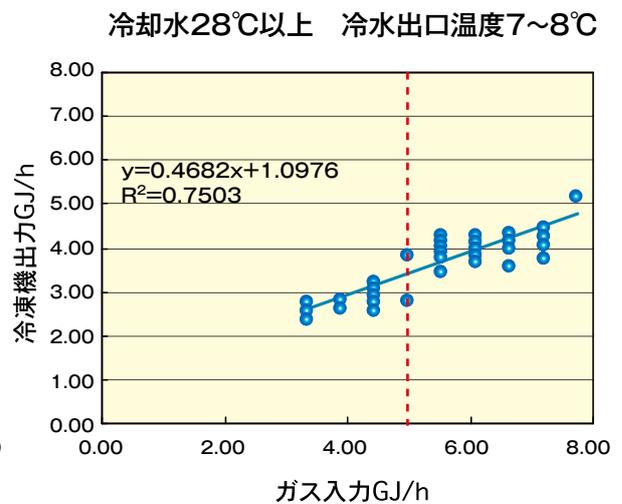
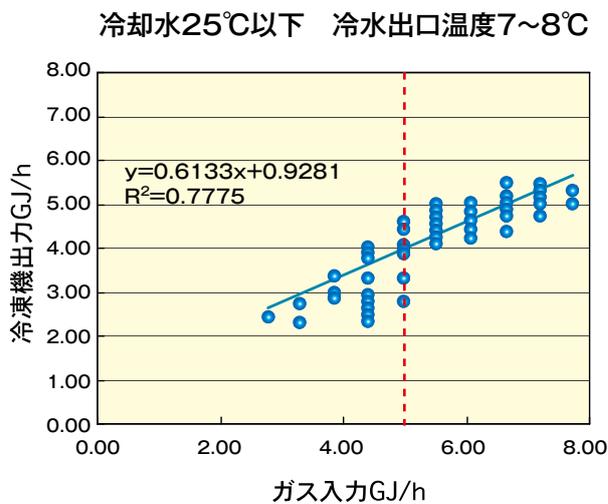


出典:省エネチューニングマニュアル(H20.3)

事例 4

冷却水温度の設定変更

中間期に冷温水発生器の冷却水入り口温度を28℃→25℃に変更した場合、冷温水発生器は約3℃の冷却水温度低下で**16%**の出力上昇となりました。



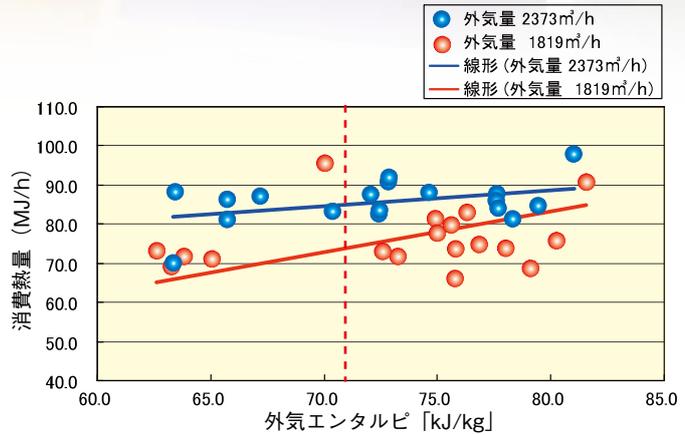
出典:省エネチューニングマニュアル(H20.3)

事例5

外気量の削減

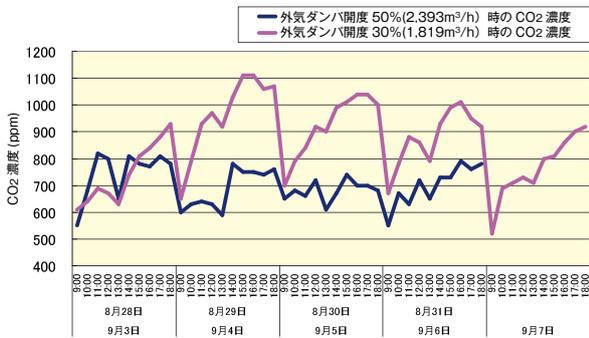
外気量を2,373m³/h→1,819m³/hに23%削減した結果、10MJ/hと約12%の冷水熱量の削減となりました。ただし、CO₂の濃度監視を行い1,000ppmを超えない範囲での調整が必要です。

外気量の変更における冷水消費熱量の外気エンタルピ比較



出典:省エネチューニングマニュアル(H20.3)

CO₂濃度の推移



出典:省エネチューニングマニュアル(H20.3)

検証結果を1,000ppm以下に換算します。

外気風量を(1100-400)÷(1000-400)=1.17倍の2,130m³/hに増やします。

冷水熱量は

10MJ/h÷1.17=8.5MJ/hの削減となります。

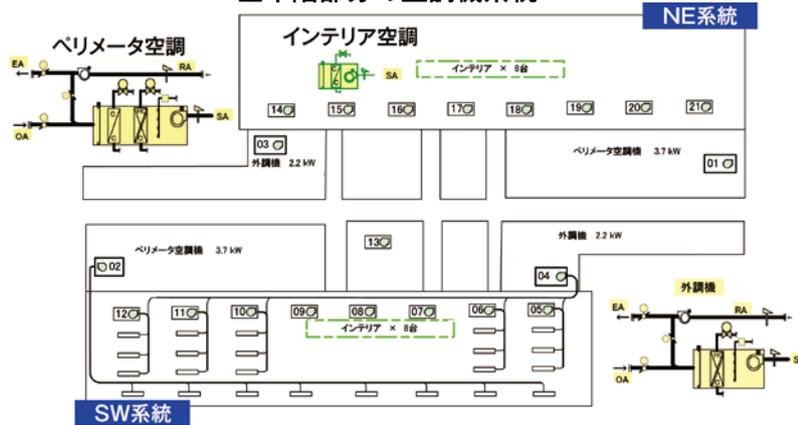
外気エンタルピ72kJ/kgの時

10%の冷水熱量の削減となりました。

事例6

冷房期の空調機起動順序の変更による外気負荷カット

基準階部分の空調機系統



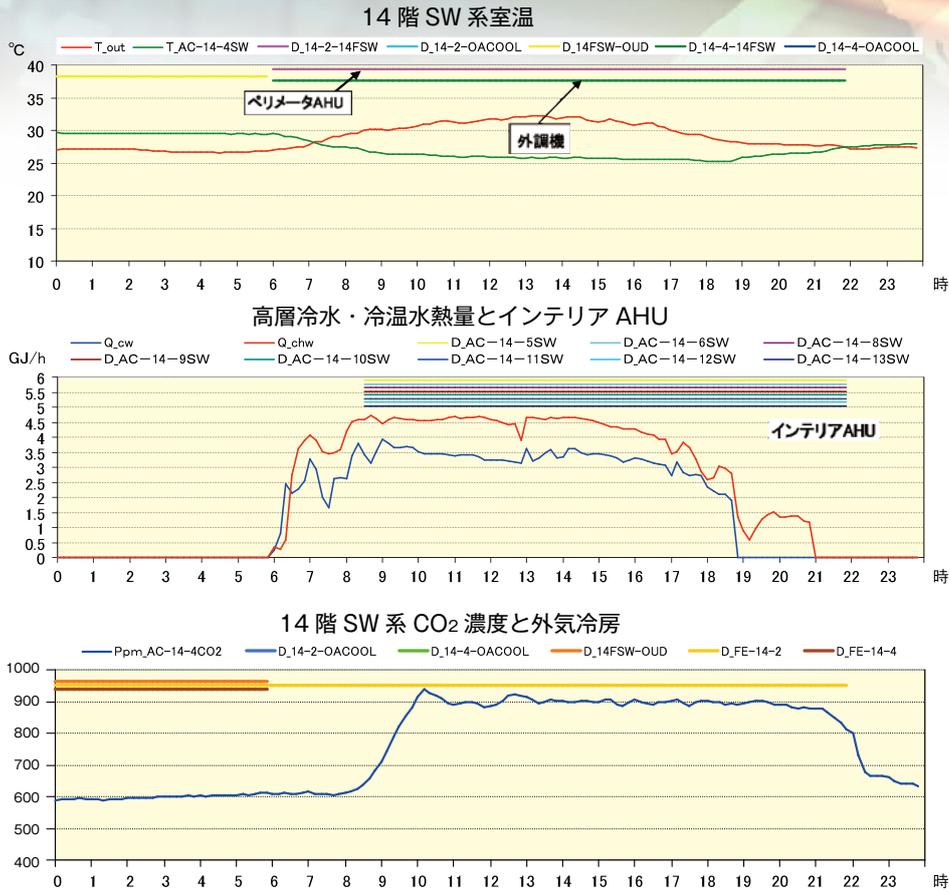
起動時外調機の外気負荷削減(6月～9月まで)

CO₂は出社が始まる8時30分から濃度が高くなり始め1時間30分後の10時ごろ設定値900ppmに達している。よって、外調機、ペリメータの空調機は8時30分まで外気遮断起動が可能である。

搬送動力が少なく外気導入が無いインテリア空調機(冷房専用)とペリメータ空調機の起動を最初に行ない8時30分に外調機の起動を行って外気負荷をカットする。

6月～9月まで起動時の外気遮断による削減熱量 185GJ

6月～9月までの冷水負荷5786GJの**3.2%**削減(5月、10月は外気冷房)

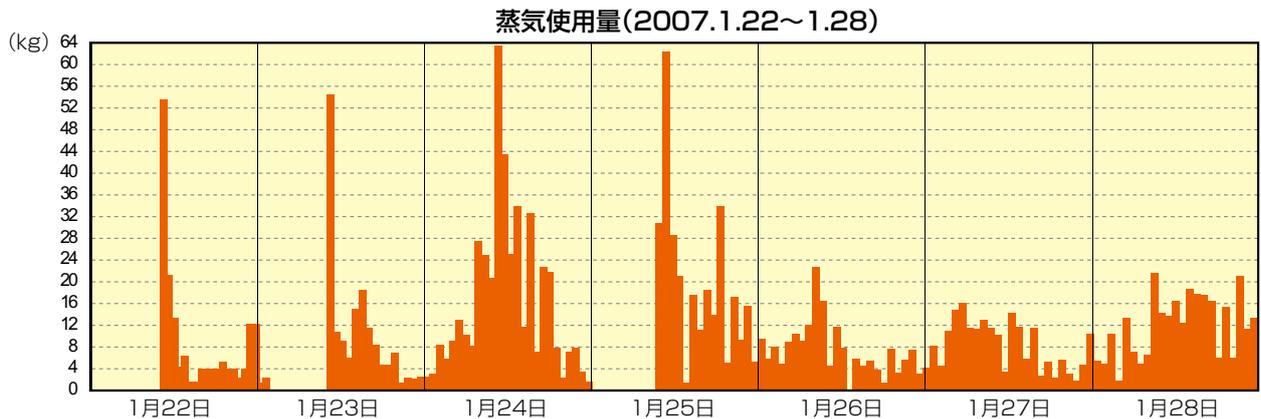
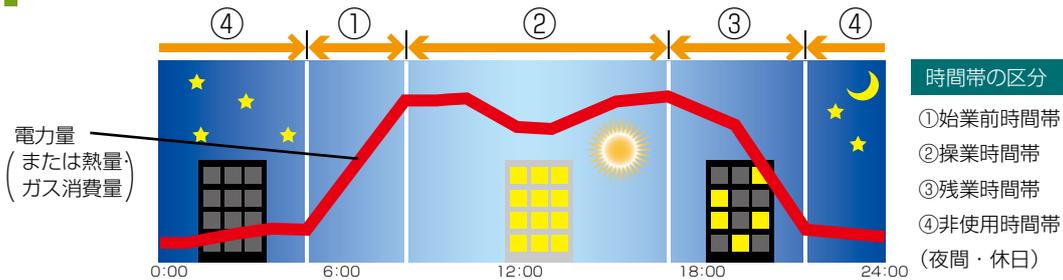


事例 7

起動時外気取り入れ停止

下のグラフは、ウォーミングアップ制御をしていないビルの暖房熱量トレンドの例です。空調立ち上がりの1時間が突出して負荷の高いことが分かります。

負荷の多い起動時に外気を遮断して冷暖房負荷を減らすと省エネが図れます。



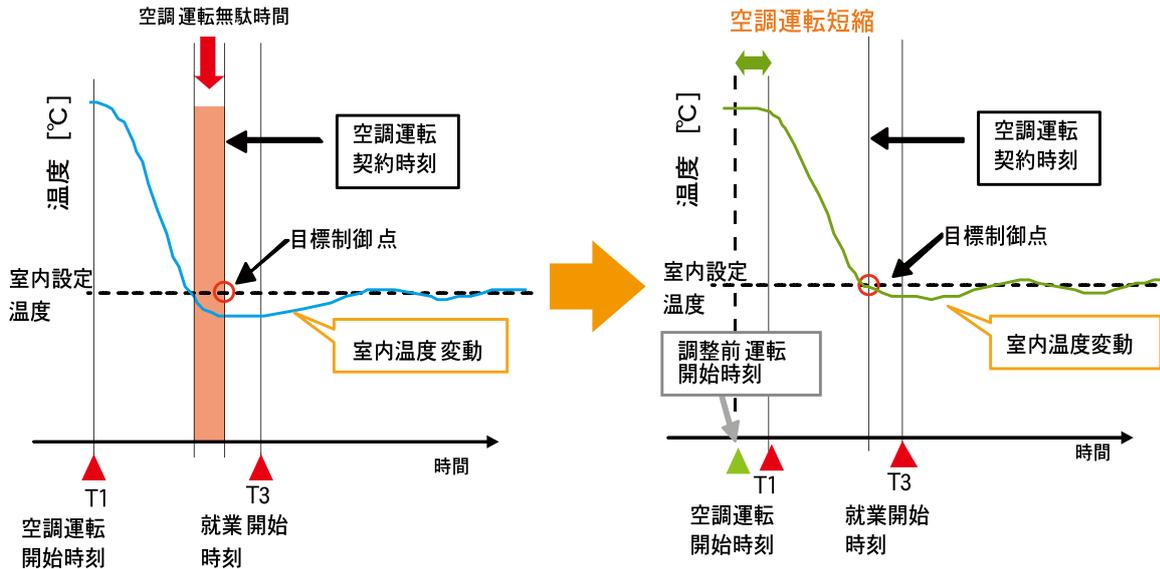
出典:省エネチューニングマニュアル(H20.3)

事例 8

空調機起動時刻の改善 (立ち上がり時間の短縮)

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大きな省エネルギーが図れます。

空調立上げ時温度変化(冷房運転)

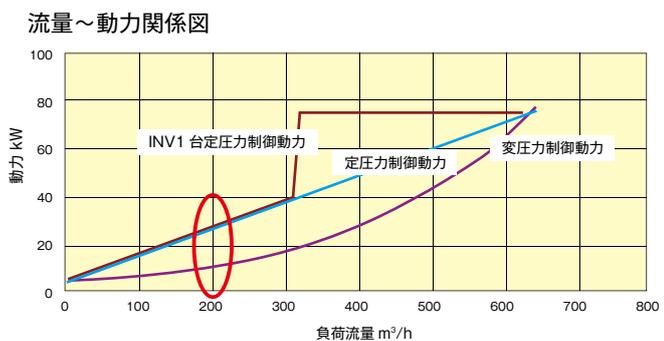
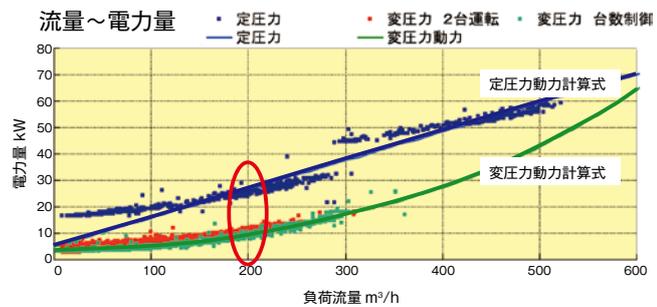


出典:省エネチューニングマニュアル(H20.3)

事例 9

二次ポンプ制御方式の違いによる動力削減

定圧力制御に対し変圧力制御の年間消費動力は**50%**の省エネとなりました。これは、水量が減少した場合、配管抵抗が減ることによります。負荷率50%程度の運転時間が多い場合に有効です。



出典:省エネチューニングマニュアル(H20.3)

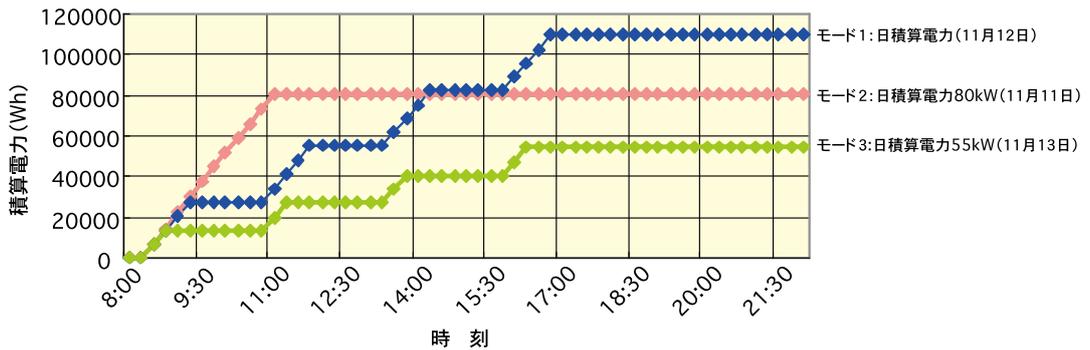
事例
10

駐車場換気ファンの間欠運転

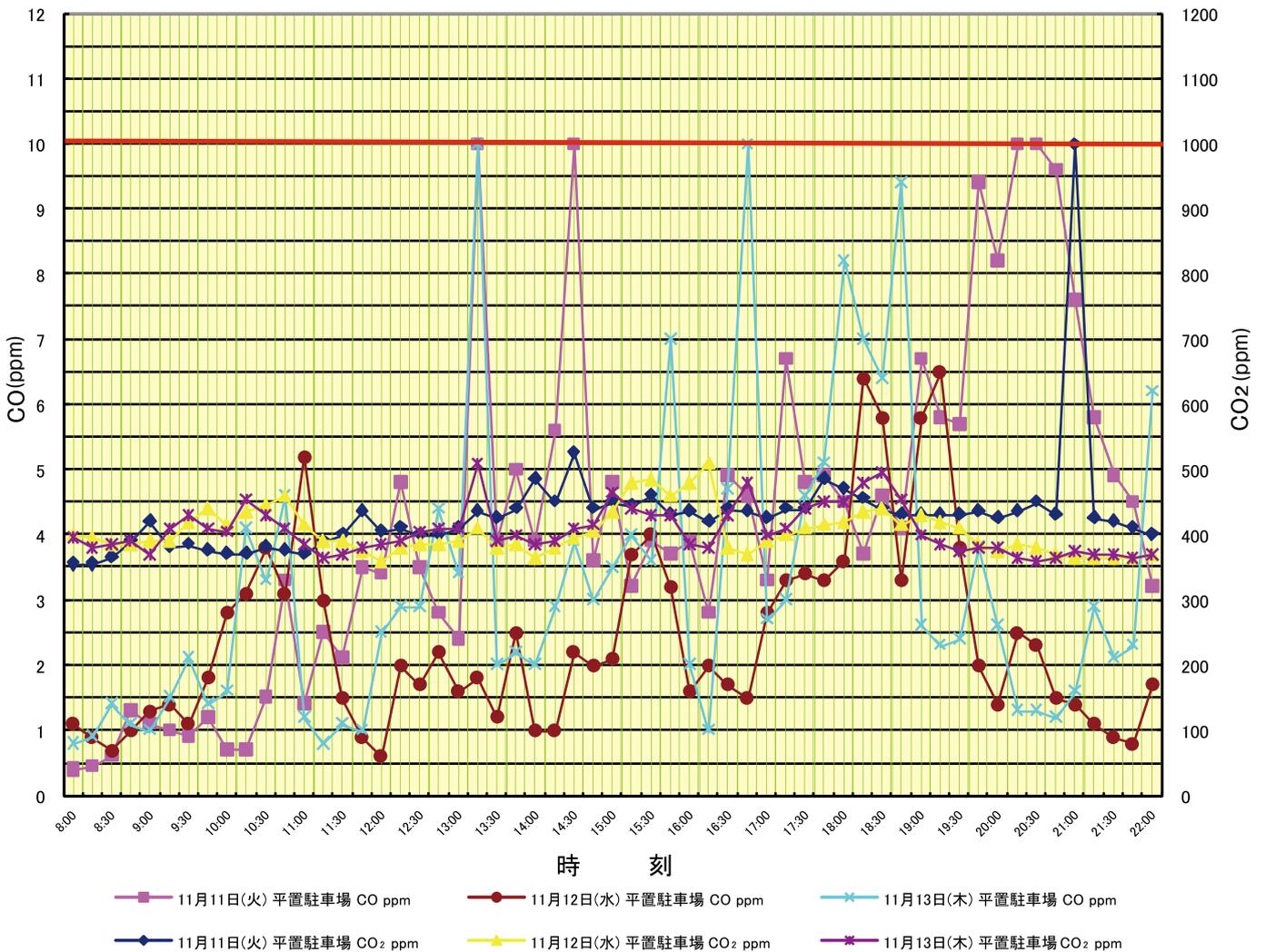
駐車場換気ファンの間欠運転スケジュールとして備えている3パターンについて、それぞれファンの積算電力量を測定しました。

その結果、間欠運転方法の違いにより下図のモード3はモード1に対して**50%**の消費電力量の差が出ました。室内CO及びCO₂濃度は環境基準を維持しています。

駐車場換気ファン電力図



平置駐車場環境



出典:省エネチューニングガイドブック(H18.3)

5. 運用改善による省エネ促進ツール・手法の活用

当センターでは、大型業務用ビルの運用改善に役立つ省エネ促進ツールや手法を無償で提供しています。

これらのツール・手法は以下の3つです。

(1) 原単位管理ツール(ESUM : Energy Specific Unit Management Tool)

ビルのエネルギーを試算して、省エネ対策適用時の削減効果を比較評価するPCソフト

(2) 省エネチューニング(TuBE : Tuning of Building Systems for Energy Conservation)

省エネ対策の項目のうち、運用改善項目の選定と実践の方法を明文化したドキュメント

(3) BEMSデータ解析支援ツール(EAST : Energy Analysis Support Tool)

空調機や熱源の運転プロセスデータを編集し、トレンドグラフ化して運転状態を分析しやすくするPCソフト

上記の3つをうまく組み合わせて使うと運転状態の分析～改善手法の選定～効果の試算～対策実施まで省エネ活動をより円滑に回すことができます。

業務用ビルの省エネについてもっと詳しく知るには

当センターでは、ビルの省エネ情報提供サイトを開設しています。

- ビルの省エネ推進に役立つESUM、EAST等の各種ツールを使用するユーザーの生の声を掲載
- オフィスビル、商業施設、ホテル、病院の用途別の会員交流コーナーがあり、会員同士の情報交換の場を提供
- 業務用ビルの省エネ推進事例や各種ツール活用事例を紹介するセミナー・講習会の案内や資料を掲載

URL <http://eccj06.eccj.or.jp/bldg/index.php>

業務用ビルのオーナー
省エネ推進担当者
エネルギー設備管理担当者
省エネビジネス
事業者

ACCESS!





財団法人/省エネルギーセンター

ビル省エネ技術部

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

- 本 部 〒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

- 北海道支部 〒060-0001 北海道札幌市中央区北一条西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の内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

禁無断転載、版權所有 財団法人 省エネルギーセンター

Copyright (C) The Energy Conservation Center, Japan 2009

本パンフレット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。



古紙配合率100%再生紙を使用しています
2009.03 5,000