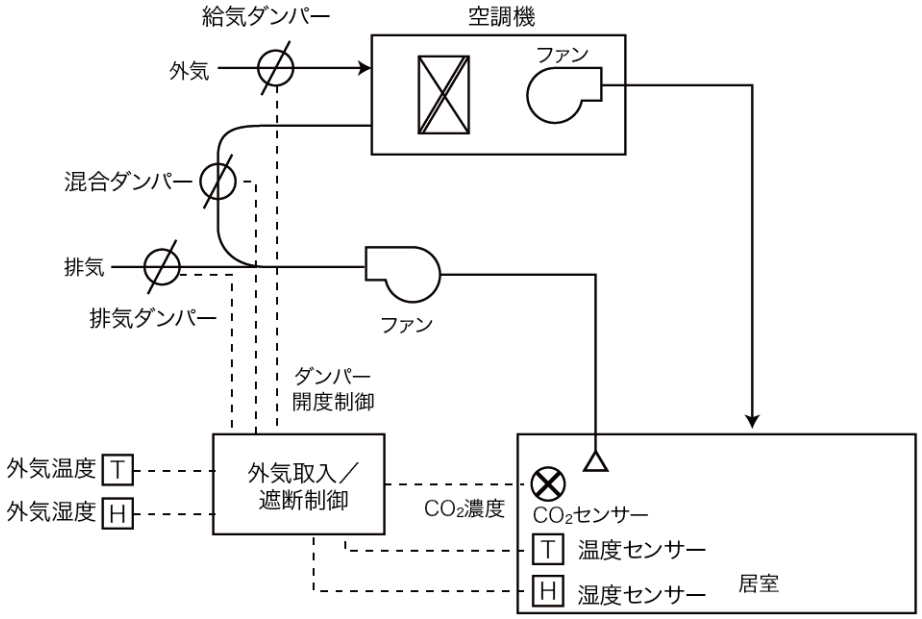
「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

概要シート

対策名	113212　ウォーミングアップ時の外気取入れ停止
対策タイプ	部分更新・機能付加
対象業種	産業用　業務用
分類	空調システム
内容・目的	衛生空調の場合、空調は人に対するサービスであり空気質環境の維持が欠かせない。空気質の維持のために外気を導入して行われる。真夏や真冬では外気がかなりの空調負荷となるため、ウォーミングアップ時に外気取入れを停止し、省エネルギーを図る。
対策技術の概要	1．ウォーミングアップ時の外気遮断制御 ウォーミングアップ時の外気遮断制御は、人のいない就業時間前には外気ダンパーを遮断し、室内空気を空調機に循環させるようにして、外気負荷を発生させないようにして省エネを図る制御である。この状況は真夏と真冬に発生する。春、秋の中間期は早朝には室内より外気が低い場合があり、冷房に使える場合には逆に積極的に取り入れるようにする。この様な判断は人の手で行うのは困難であるためBEMS に行わせ自動制御する場合が多い。 2．空調システム 図 1 に外気取入・遮断制御のシステム例を示す。外気の取入量は三つのダンパーの開閉状態で調整される。ウォーミングアップ中は、給気ダンパーと排気ダンパーを閉鎖し、混合ダンパーが全開する状態にして、外気の導入をせず、室内空気が空調機内を循環するだけで空調を効かせることになる。このケースでは外気導入がないため、人がいた場合には CO_2 濃度は上昇して行くことになる。ビル管法では上限値を概ね 1,000ppm としている。 仮に人がいた場合においても、就業時間前でもあり多くの人がいるとは考えられない、さらに労安法で規定する 5,000ppm を超えることは考えられないため、問題は発生しない。  図 1．外気取入／遮断制御のシステム例

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

概要シート

３．制御の実態

説明しているダンパー類は空調ゾーンに 1 セットずつ用意されており、“毎朝就業時間前に閉鎖操作し、30 分程度後に開放操作する”一連の行為を機械室に出向いて手動操作することは現実的でない。また中央監視室であっても手動操作は考えられない。このため、ダンパーが遠隔操作対応になっていない場合は、モーターダンパーに変更し遠保操作が効くように更新する必要がある、また、三つのダンパーの開度は相互に関連しあうため、ウォーミングアップ制御オンおよびオフ指令で、決められた開度に自動的に移行するように BEMS に自動制御回路を組込む必要がある。

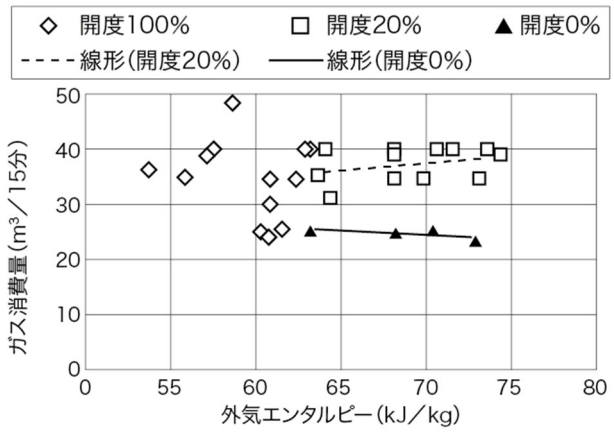
４．実例

下の 2 つの図は真夏と真冬の 1 週間で、ウォーミングアップ制御を利かした場合の実験データである。上図が真夏、下図が真冬を表す。

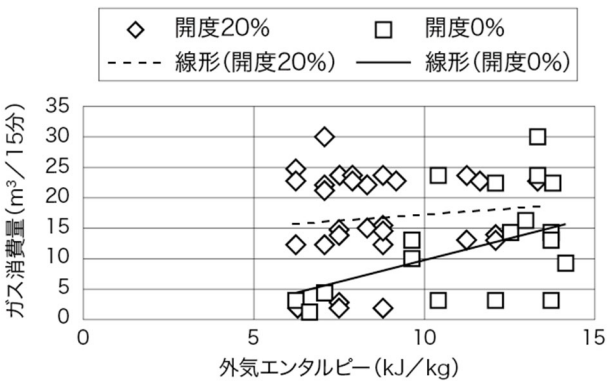
これは、ダンパーの開度による冷凍機のガス消費量を比較したグラフであり、起動時間帯 8：15～9：00、ダンパー開度 0%と 20%、100%で試験を行っている。横軸は外気のエンタルピーで縦軸は冷凍機のガス使用量である。

各々のグラフで実線がダンパーを閉鎖した時（外気導入なし）、点線が開度 20%であり通常の空調状態である。

外気導入をしない状態にしている場合が、省エネになっている（ガス消費量が小さい）事が分かる。



始業時の外気エンタルピーとガス消費量(夏期9/8～9/24)



外気エンタルピーとガス消費量(冬期1/13～29)

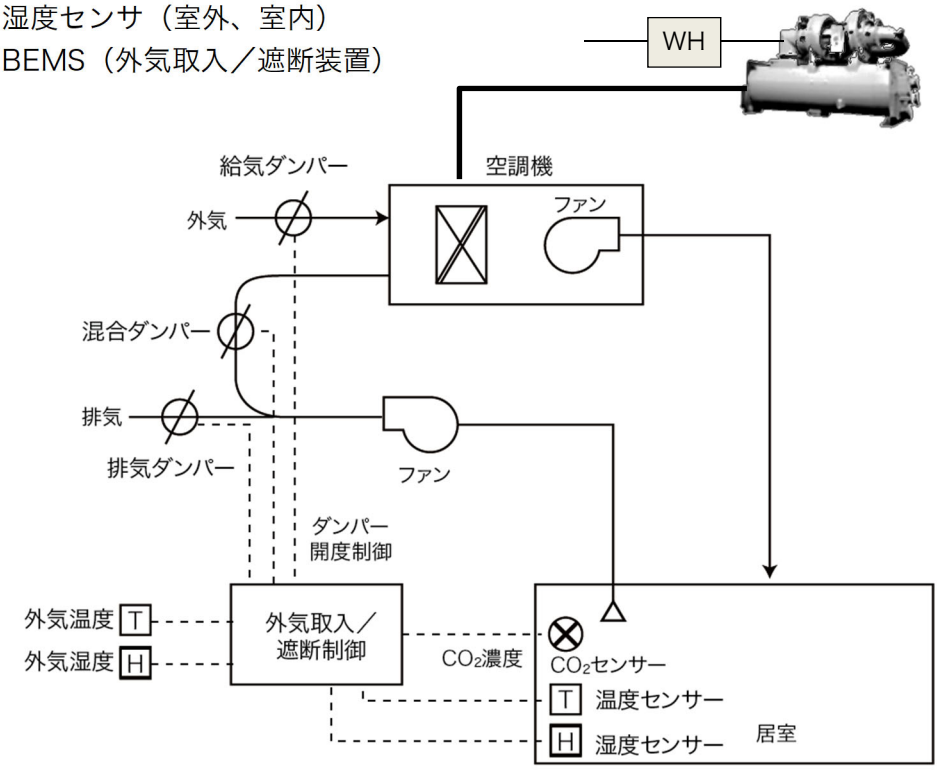
「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

概要シート

	当然予想されることであるが、夏期では外気エンタルピーが小さくなると二つの直線がクロスするポイントがある。これ以下では外気冷房やナイトパージの可能性があることを示す。
補足説明	
参考資料	［1］『チューニングによる省エネルギー効果の検証』（省エネルギーセンター）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

計測シート

対策名	113212　ウォーミングアップ時の外気取入れ停止
対策タイプ	部分更新・機能付加
対象業種	産業用　業務用
分類	空調システム
内容・目的	衛生空調の場合、空調は人に対するサービスであり空気質環境の維持が欠かせない。空気質の維持のために外気を導入して行われる。真夏や真冬では外気がかなりの空調負荷となるため、ウォーミングアップ時に外気取り入れを停止し、省エネルギーを図る。
フロー図と計測箇所	1．積算電力量計（Wh） 2．温度センサ（室外、室内） 3．湿度センサ（室外、室内） 4．BEMS（外気取入／遮断装置）  図１．外気取入／遮断制御のシステム例 制御を検討する場合は、空調の立ち上げ時間帯の外気の温湿度を 1 週間程度計測しておく。このデータと気象庁のアメダスデータと比較する。アメダスデータは 10 分単位で公表されており、実計測でもこれに合わせる。地域差が検討できたら、アメダスデータを使用して制御可能な期間を決定して、省エネ量計算をする。 ウォーミングアップ時は給気ダンパーおよび排気ダンパーは全閉とし、混合ダンパーを開放して、室内とは循環運転ができるようにする。 前倒し時間は外気条件、日射条件により異なるため BEMS の予冷予熱制御を使用する。予冷予熱時は混合ダンパーを開き他のダンパーは閉鎖する。多くの場合始業時の空気質は良好のため、始業時間になっても閉鎖したままとし、数十分後に通常のダンパー開度に戻す制御もある。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

計測シート

	始業時に外気を取り入れずに空調を開始する場合の簡易な計算をしてみる。床面積が 800m^2 で階高 2.6mの部屋があり、80 人の事務所があるとする。この部屋の体積は 2,080m^3 であり、従業員 1 人当たり CO_2 排出量を 0.02〔m^3／h・人〕とする。1 時間当たり 0.02×80 人＝1.6m^3 の CO_2 を排出することになり、これは 1.6÷2,080＝7.69×10^{-4} 即ち 769ppm に相当する。始業時の CO_2 濃度が 600ppm 程度と仮定すると、1,000ppm に達するには 400ppm 供給すればよいことになり、400÷769＝0.52 となり、31 分となる。30 分程度換気時間を遅らせても問題の無いことを示している。実際には、CO_2 センサを使用して濃度を確認しながら、最適な閉鎖時間を決めると良い。 近年の建築物は高気密高断熱設計で建てられている。また OA 化の進捗で内部に温熱がたまりやすく、中間期であっても冷房が必要となる。この場合に冷凍機で冷熱を作るのではなく、外気エンタルピーが室内エンタルピーより小さい場合は、積極的に外気を導入し冷房することができる。この制御は外気冷房といい 1-420 を参考にしてほしい。また、夜間の外気を予め導入しておくことにより OA 機器等からの発熱を取り除くことも可能で、ナイトパージと呼ばれる。これに関しては 1-430 を参考にしてほしい。
計測装置	1．積算電力量計（Wh） 2．温度センサ（室外、室内） 3．湿度センサ（室外、室内） 4．BEMS（外気取入／遮断装置）
計測留意事項	1．ウォーミングアップ時の外気取入れ停止制御は、室内エンタルピーと外気エンタルピーの差を利用する制御である。 2．エンタルピーは温度と湿度で計算でき、エクセルの計算式や空気線図を利用し計算する。 3．空調必要時間になっても外気を遮断しておく場合は、CO_2 濃度の変化に留意する必要がある。
補足説明	

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

算定シート

<table>
<tr><td>対策名</td><td>113212　ウォーミングアップ時の外気取入れ停止</td></tr>
<tr><td>対策タイプ</td><td>部分更新・機能付加</td></tr>
<tr><td>対象業種</td><td>産業用　　業務用</td></tr>
<tr><td>分類</td><td>空調システム</td></tr>
<tr><td>内容・目的</td><td>衛生空調の場合、空調は人に対するサービスであり空気質環境の維持が欠かせない。空気質の維持のために外気を導入して行われる。真夏や真冬では外気がかなりの空調負荷となるため、ウォーミングアップ時に外気取入れを停止し、省エネルギーを図る。</td></tr>
<tr><td>計算条件</td><td>
13,000m^2 の事務所ビルである。

ウォーミングアップ運転中（30 分、平日）の外気を遮断して省エネルギーを図る。

冷温水発生器　冷房定格能力（Pc）　760 kW
暖房定格能力（Ｐｈ）　580 kW
都市ガス消費量（定格出力時 Pg）49.4m^3/h

ΔＥ＝Σ（ウォーミングアップ 30 分間の外気負荷熱量）
＝Σ（各月の外気と室内との平均エンタルピー差×
0.5h×●日×取入れ外気量×密度）
（●には各月の空調日数が入る）

空調稼動月　：　冷房 7、8、9 月、暖房 11、12、1、2、3 月

取入れ外気量：36,120 m^3/h（密度　1.2 kg/m^3）

空調時の室内条件
<table>
<tr><td></td><td>温度</td><td>湿度</td><td>比エンタルピー</td></tr>
<tr><td>冷房時</td><td>26 ℃</td><td>55 %</td><td>55.6 kJ/kg</td></tr>
<tr><td>暖房時</td><td>22 ℃</td><td>45 %</td><td>40.8 kJ/kg</td></tr>
</table>
冷房時外気負荷量 Ec
<table>
<tr><td></td><td>空調日数
（日）</td><td>外気温
（℃）</td><td>湿度
（%）</td><td>比エンタルピー
（kJ/kg）</td><td>比エンタルピー差
（kJ/kg）</td><td>外気負荷熱量
（千 kJ/kg）</td></tr>
<tr><td>7 月</td><td>21</td><td>25.2</td><td>76.5</td><td>63.5</td><td>7.9</td><td>7,191</td></tr>
<tr><td>8 月</td><td>18</td><td>26.5</td><td>73.9</td><td>67.5</td><td>11.9</td><td>9,284</td></tr>
<tr><td>9 月</td><td>18</td><td>23.5</td><td>74.9</td><td>57.5</td><td>1.9</td><td>1,482</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td><td>合計</td><td>17,957</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

算定シート

暖房時外気負荷量 Eh

	空調日数（日）	外気温（℃）	湿度（%）	比エンタルピー（kJ/kg）	比エンタルピー差（kJ/kg）	外気負荷熱量（千 kJ/kg）
11 月	14	11.9	60.4	25.7	15.1	4,592
12 月	18	6.8	59.1	15.6	25.2	9,855
1 月	19	4.1	50.5	10.4	30.4	12,549
2 月	19	4.8	45.5	11.5	29.3	12,095
3 月	21	8.0	51.4	17.2	23.6	10,767
					合計	49,858

項目	記号	データ		備考
冷温水器 冷房定格能力	Pc	760	kW	
同上　暖房定格能力	Ph	580	kW	
冷房時外気負荷量	Ec	17,957	千 kJ/kg	３カ月間の合計
暖房時外気負荷量	Eh	49,858	日／年	５カ月間の合計
都市ガス消費量	Pg	49.4	m^3/h	定格出力時
都市ガス発熱量	Hh	45	MJ/m^3	高位発熱量
都市ガス排出係数	fc	0.0136	t-C/GJ	
都市ガス	yf	100	円/m^3	
原油換算係数	fo	0.0258	kL/GJ	

補足説明

平均外気温と平均相対湿度は気象庁のアメダスデータから取得する。
時間帯は７時台～８時台の平均値を使用する。
比エンタルピーは、空気線図を使用し温度と相対湿度から導き出す。

計算方法

外気を遮断しないときに必要となるガス消費量	G	〔Ec/（Pc×3.6）＋Eh/（Ph×3.6）〕×Pg	1,504	m^3/年

効果

項目	単位	効果	備考
① 減ガス量	m^3/年	1,504	G
② 原油換算削減量	kL/年	1.75	G×Hh÷1,000×fo
③ CO_2 削減量	t-CO_2/年	75.0	G×fc×44/12
④ 削減金額	千円/年	150	G×yf
⑤ 投資項目	モーターダンパー 温度センサー（室内、室外） 湿度センサー（室内、室外） 外気取入／遮断装置（BEMS のソフトで実行可能）		