「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

<table>
<tr><td>対策名</td><td>113221　CO_2センサーを利用した外気量自動制御システムの導入</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。建築物における衛生的環境の確保に関する法律では「おおむね 1,000ppm 以下とすること」と書かれているが、過剰な換気が行われている場合がある。建物竣工時点ではどのくらいの人が業務するのか決まっていない場合があり、設計値で調整し引き渡されることに起因しているといわれている。これに対処するため、人の吐く CO_2 濃度で空調換気量うを調整して省エネを図る。</td></tr>
<tr><td>対策技術の概要</td><td>1．CO_2 濃度による外気量自動制御システム
建物の使い方はいろいろあり、その建物に滞在するまたは執務する人が常時同じ人数である保証はない。このため空調システムから一定量の室内空気が外気と交換されているとすると、換気量に過不足が生じる。
一般的には、建物が竣工し引き渡される前に、建物が使用されている状態で試運転し空調システムを調整することはできない。このため、空調設備は設計値（多くの場合最大値）で調整され、引き渡される。
このため、空調システムに「CO_2 濃度による外気量自動制御システム」ソフトを仕込んでおくことにより、人数に応じた換気量にするようにし省エネを図るシステムが導入される。在室人数の変動が大きい百貨店やショッピングセンター、営業事務所等に効果が大きい。
このシステムは BEMS のソフトだけで行うことはできず、空調設備の給気ダンパーや排気ダンパー、混合ダンパー等が BEMS から遠隔制御できる必要があるし、制御に際しての計測センサーがあらかじめ用意されている必要がある。
以下に建築物における衛生的環境の確保に関する法律の空調環境を示す。
<table>
<tr><th>項　　目</th><th>基　　準</th><th>項　　目</th><th>基　　準</th></tr>
<tr><td>浮遊粉じんの量</td><td>0.15 ㎎/㎥以下</td><td>相対湿度</td><td>40%～70%</td></tr>
<tr><td>CO の含有率</td><td>10ppm 以下</td><td>気流</td><td>0.5m/ｓ以下</td></tr>
<tr><td>CO_2 の含有率</td><td>1,000ppm 以下</td><td>ホルムアルデヒド</td><td>0.1 ㎎/㎥以下</td></tr>
<tr><td>温度</td><td>17℃～28℃</td><td></td><td></td></tr>
</table>
2．空調システム
図 1 に「CO_2 濃度による外気量自動制御システム」のシステム例を示す。CO_2 を調整するための外気の取り入れは三つのダンパーの開閉状態で調整される。この様なシステムでは、ウォーミングアップ中の外気遮断制御や夜間に外気による内気との置換制御（ナイトパージ）、中間季節での昼間時間帯での外気冷房制御も実施することもできる。</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）

概要シート

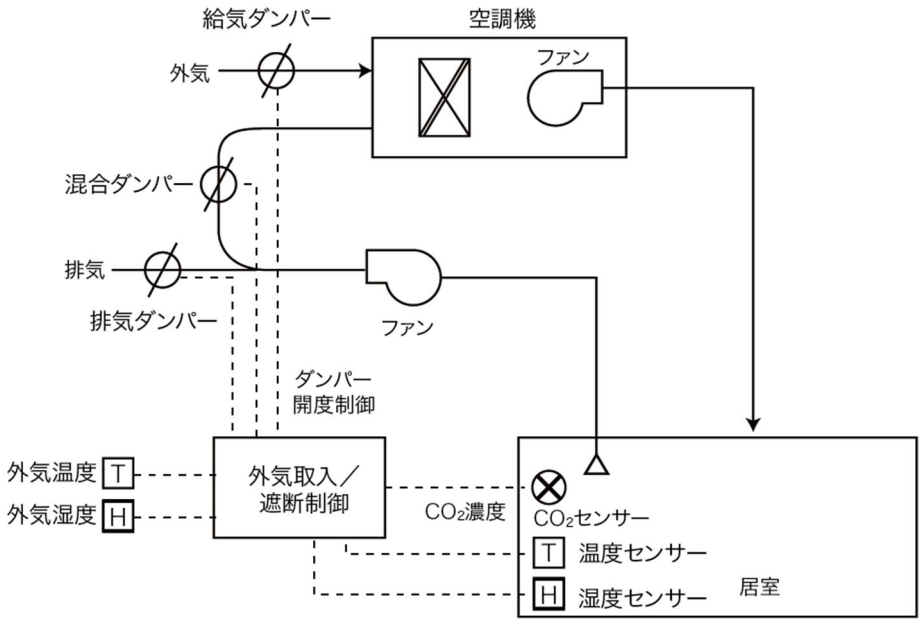


図１．CO_2 濃度による外気自動制御のシステム例

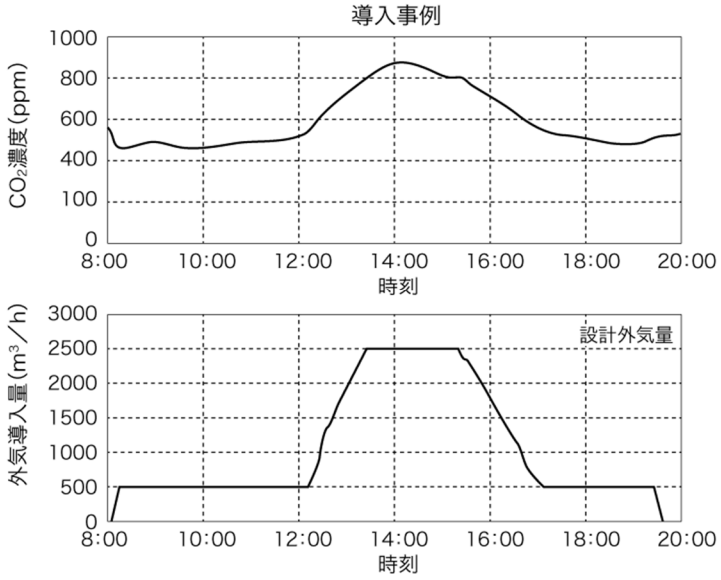
３．制御の実態

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、一般的には日ごろ調整する必要のないものとされている。

調査では、建物竣工以降１度もダンパー操作したことが無い建物がいくつも見られた。最悪の建物では全てが開放状態であった例もある。

４．実例

以下の図は制御の例である。午前中は CO_2 濃度が高くないため最小で換気運転をしている。午後濃度が上がるにしたがって徐々に換気量を増やして行っている。



補足説明	
参考資料	

「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	113221　CO_2 センサーを利用した外気量自動制御システムの導入
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。建築物における衛生的環境の確保に関する法律では「おおむね 1,000ppm 以下とすること」と書かれているが、過剰な換気が行われている場合がある。建物竣工時点ではどのくらいの人が業務するのか決まっていない場合があり、設計値で調整し引き渡されることに起因しているといわれている。これに対処するため、人の吐く CO_2 濃度で空調換気量うを調整して省エネを図る。
フロー図と計測箇所	1．積算電力量計（Wh） 2．二酸化炭素ガスセンサー 3．温度センサー（室外、室内） 4．BEMS（外気取入／遮断装置）

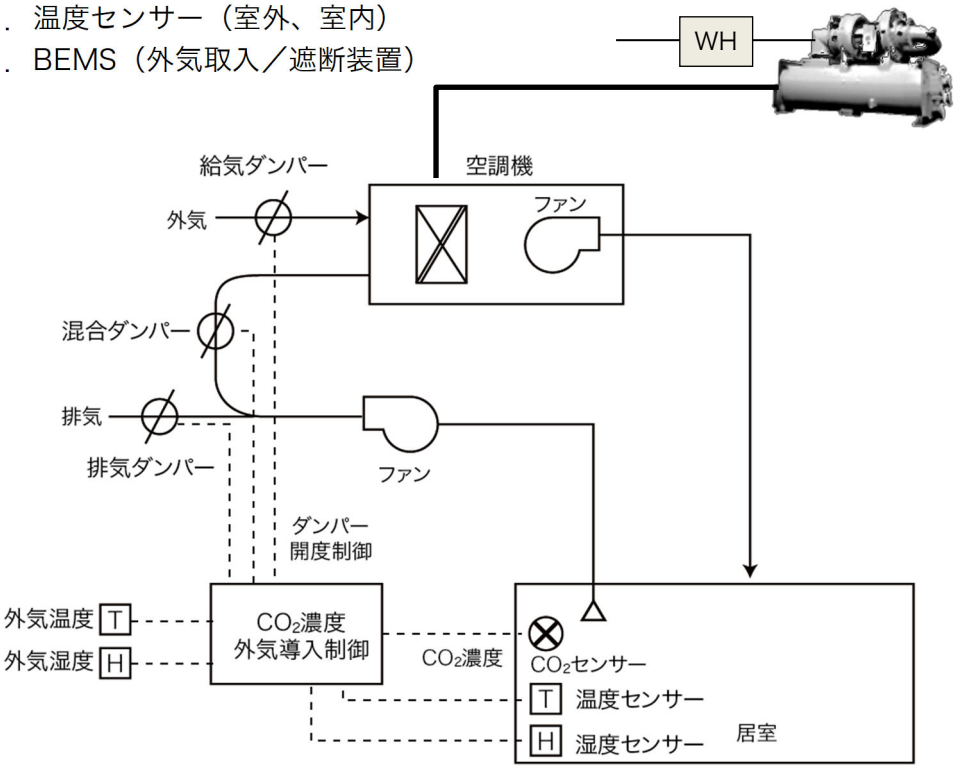


図１．CO_2 濃度外気導入制御のシステム例

CO_2 濃度による外気量自動制御システムは、CO_2 センサーのデータを基としたフィードバック制御で行われる。フィードバック制御は基準値との偏差を検出し、差分に応じた制御量をダンパー開度に渡す。

外気は空調負荷であるとともに冷房熱源でもある。

中間期でも冷房が必要となる場合に、冷凍機で冷熱を作るのではなく積極的に外気を導入し省エネ化を図ることができる。外気エンタルピーが室内エンタルピーより小さい場合、外気を導入し冷房することができる。この制御は CO_2 濃度による外気量制御とは反対の動きをするため、季節により制御を切り替えるか自動で判断する機能を用意する必要がある。

「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

	CO_2 濃度外気導入制御システム導入のための計測は、室内の CO_2 濃度の時間推移の計測から行う。CO_2 計測は、携帯型 CO_2 センサーで行う。 代表空調ゾーンを選択し、空調を運転する前と運転後 1 時間に 1 回、携帯 CO_2 センサーで計測する。 その他の空調ゾーンでは、午前と午後に 1 回行う。 平均 CO_2 濃度が 700ppm 以下で、かつ最大値が 1,000ppm 以下であれば制御システムの導入が考えられる。  携帯型二酸化炭素ガス濃度計 二酸化炭素、温度、湿度が計測できる。
計測装置	1．二酸化炭素ガスセンサー（携帯型） 2．積算電力量計（Wh） 3．二酸化炭素ガスセンサー 4．温度センサー（室外、室内） 5．BEMS（CO_2 濃度外気導入制御）
計測留意事項	
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

対策名	113221　CO_2 センサーを利用した外気量自動制御システムの導入
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。建築物における衛生的環境の確保に関する法律では「おおむね 1,000ppm 以下とすること」と書かれているが、過剰な換気が行われている場合がある。建物竣工時点ではどのくらいの人が業務するのか決まっていない場合があり、設計値で調整し引き渡されることに起因しているといわれている。これに対処するため、人の吐く CO_2 濃度で空調換気量うを調整して省エネを図る。
計算条件	本制御は外気が空調の負荷となることから、それを制限する制御である。このためには、外気がどのくらいの負荷になるかを計算しなければならない。外気負荷は地域や季節、時間によって異なるため、その地域にあった気象データから外気負荷を計算することになる。この気象データはアメダスで提供されるが、純然たる時間データであり、データを加工して使用しなければならない。 今回の説明では、2017 年 11 月以降の東京の気象データを使用した。 1．気象庁データの編集方法 1) 気象庁ホームページから「各種データ・資料」→「過去の気象データ」→「地点」→「年」「月」「日」「1 時間ごとの値を表示」と進むと 1 時間ごとの値が表形式で表示される。その表をコピーしエクセルに順次張り付けてゆく。 2) 12 カ月分を貼り付けたら、必要なデータを抽出し各月の平均気温と平均湿度を計算する。抽出にあたっては空調されている時間帯のみを選択するようにしなければならない。 3) 平均気温、湿度が計算されたら、平均エンタルピーを空気線図等から読取る。エンタルピーはエクセルでも計算できる。 2．計算条件 13,000m^2 の事務所ビルである。 計測による CO_2 濃度は平均 650ppm であり、過剰な外気が導入されている。これを 900ppm まで引上げ、外気を制限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（制限する外気負荷熱量） ＝Σ（各月の外気と室内との平均エンタルピー差×空調時間×運転日×削減外気量×密度） 空調外気制限月　：　冷房６～９月、暖房 11～３月

「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

空調時間　　：　10 時間
取り入れ外気量：　36,120 m^3/h（重量換算　×1.2 kg/m^3）　650ppm

室内 CO_2 濃度を 650ppm から 900ppm に引き上げた時の外気削減量（外気 CO_2 濃度:450ppm）

＝36,120×〔１－（650－-450）/（900－450)〕
＝36,120×0.556
＝20,073 m^3/h

空調時の室内条件

	温度	湿度	比エンタルピー
冷房時	26 ℃	55 %	55.6 kJ/kg
暖房時	22 ℃	45 %	40.8 kJ/kg

冷房時削減外気負荷量ΔEc

	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）	削減外気負荷熱量（千 kJ/kg）
6 月	21	24.2	72.7	59.4	3.8	19,222
7 月	21	29.4	67.7	74.3	18.7	92,568
8 月	18	29.1	66.6	72.5	16.9	73,274
9 月	18	24.2	79.6	62.8	7.2	31,218
					合計	216,282

暖房時削減外気負荷量ΔEh

	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）	削減外気負荷熱量（千 kJ/kg）
11 月	14	13.7	60.1	28.5	12.3	41,479
12 月	18	8.6	47.9	17.0	23.8	103,191
1 月	19	6.5	45.2	13.3	27.5	125,858
2 月	19	7.3	46.9	14.8	26.0	118,993
3 月	21	13.0	55.4	26.0	14.8	74,864
					合計	464,385

冷凍機定格相当時間の計算
冷房　　216,282÷（760×3.6）＝ 79.1　時間
暖房　　464,385÷（580×3.6）＝222,4　時間
合計　301.5　時間／年

都市ガス消費量　301.5×49.4m^3/h＝14,891m^3

「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>補足説明</td><td colspan="5">１．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。
２．時間帯は９時台～１８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。</td></tr>
<tr><td>計算方法</td><td>外気を削減しないときに必要となるガス消費量</td><td>G</td><td>〔Ec/（Pc×3.6）＋Eh/（Ph×3.6）〕×Pg</td><td>14,891</td><td>m^3/年</td></tr>
<tr><td rowspan="8">効果</td><td>項目</td><td>単位</td><td>効果</td><td colspan="2">備考</td></tr>
<tr><td>① 減ガス量</td><td>m^3/年</td><td>14,891</td><td colspan="2">G</td></tr>
<tr><td>② 原油換算削減量</td><td>kL/年</td><td>17,292</td><td colspan="2">*1）</td></tr>
<tr><td>③ CO_2削減量</td><td>t-CO_2/年</td><td>721</td><td colspan="2">①×0.0132 t-C/GJ×44/12</td></tr>
<tr><td>④ 削減金額</td><td>千円/年</td><td>1,489</td><td colspan="2">①×100 円/ m^3</td></tr>
<tr><td colspan="5">*1：①×45〔MJ/m^3/年〕／1000×0.0258〔kL/GJ〕</td></tr>
<tr><td>① 資項目</td><td colspan="4">携帯型 CO_2 センサー
モーターダンパー
設置型 CO_2 センサー
温度センサー（室内、室外）
湿度センサー（室内、室外）
CO_2 濃度外気導入制御（BEMS のソフトで実行）</td></tr>
</table>