

## 8. 空気調和設備における空調機の外気導入量制御

### 8.1 適用

空気調和設備の自動制御技術のうち、空調二次側システム（空調機）における外気導入量制御の性能試験法を定める。空調機の外気導入量制御とは、空調を行う室内への外気導入量を室の使用状況に応じて変化させ、室内の環境を適正に保つと共に、外気導入による空調機の負荷低減を図る制御である。

対象とするシステムの範囲を図 8.1.1 に示す。具体的には次に示す制御システムを対象とする。

- ・ CO<sub>2</sub>制御システム
- ・ 外気冷房制御システム
- ・ 外気カット制御システム

風量を手動で調整する方式については対象としない。

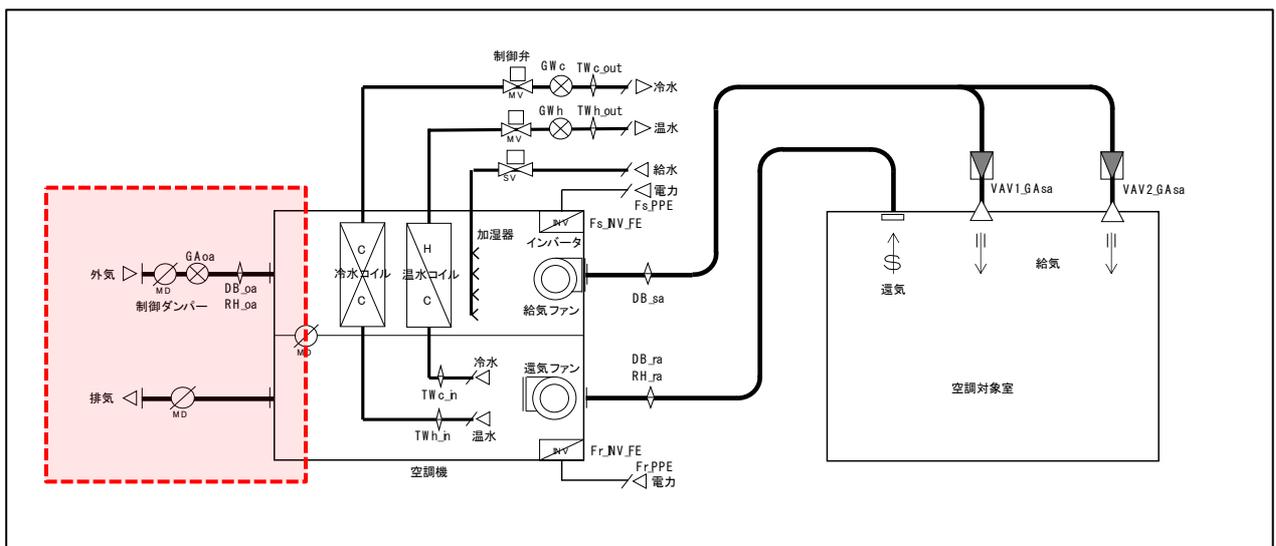


図 8.1.1 対象とする空調二次側システム（空調機）

## 8.2 引用規格・参考文献

- 1) CIBSE, Industry Code AM3, UK
- 2) ES 5695/2006 = EN13779/2004
- 3) ES 5821/2007 = EN13053
- 4) ES 6409/2007 = EN 1886/1998
- 5) ES 6474/2008 = EN1751
- 6) ES 6481/2008 = EN13030/2001
- 7) ES 6602/2008 = EN12792
- 8) ES 7177/2010 = BS EN 12239/2001
- 9) 空気調和・衛生工学会：設備システムに関するエネルギー性能計測マニュアル
- 10) NPO 法人建築設備コミッショニング協会：建築設備性能検証マニュアル
- 11) 一般社団法人日本ビルエネルギー総合管理技術協会：ビルエネルギー総合管理手法
- 12) 空気調和・衛生工学便覧 3 空気調和設備編（第 14 版）

## 8.3 用語の定義

### 8.3.1 外気導入量制御

空調対象室の使用状況等に応じて、外気導入量を変動させる自動制御システム。外気導入量を制御する方式として、在室人員に応じた適切な換気量とする室内 CO<sub>2</sub> 濃度制御、外気条件に応じて外気冷房を行う外気冷房制御、空調運転開始の予冷暖時の外気カット制御などがある。

### 8.3.2 CO<sub>2</sub>濃度による外気量調整機能

室内の CO<sub>2</sub> 濃度により必要換気量を制御することにより空調機の外気負荷を低減する制御システム。

### 8.3.3 外気冷房機能

冷房時の室内条件と外気条件に応じて、外気を直接室内に導入することにより冷房を行い、冷熱源の負荷を低減するシステム。

### 8.3.4 外気カット機能

空調運転開始の予冷予熱時の在室者のいない際に、空調機への外気導入をスケジュールにより中止し、空調機の外気負荷を低減する制御システム。

### 8.3.5 VAV (Variable Air Volume) ユニット

変風量制御を実現するための風量制御ユニットであり、内蔵されたアクチュエータでモーターダンパを動かし風量を変化させることができる。

### 8.3.6 CAV (Constant Air Volume) ユニット

通過風量を一定に保つために使用するユニットで、前後の差圧変動にかかわらず風量が変わらない特性を有する。自力式の CAV ユニット専用のもので、風量センサーをもつ VAV ユニット

を一定風量として使用したものがある。

### 8.3.7 MD (Motorized Damper)

ダクトや空調機器に設け、風量を自動的に制御するためにモータを駆動機としたダンパ。

### 8.3.8 INV (Inverter、インバータ)

可変電圧可変周波数装置で送風機を駆動するモータの回転数を出力周波数により制御する。

## 8.4 記号等

本章で使用する記号等を表 8.4.1 に定義する。

表 8.4.1 記号等の定義

記号	データ項目	単位
$\theta_a$	乾球温度 (sa : 給気、ra : 還気、oa : 外気)	°C
RH	相対湿度 (sa : 給気、ra : 還気、oa : 外気)	%
VAV	可変風量装置	—
CAV	定風量装置	
MD	モーターダンパー	
GA	風量 (sa : 給気、ra : 還気、oa : 外気)	m <sup>3</sup> /h

## 8.5 制御方式

外気導入量制御のうち、表 8.5.1 に示す制御方式を対象とする。なお、タイプ D の外気カット制御は、タイプ A から C との組合せもあり得るが、ここでは単独で採用されたものと想定して評価を行う。

表 8.5.1 対象とする空調機の外気導入量制御の種類

タイプ	有する機能
タイプ A	CO <sub>2</sub> 濃度による外気量調整機能
タイプ B	外気冷房機能
タイプ C	CO <sub>2</sub> 濃度による外気量調整機能＋外気冷房機能
タイプ D	外気カット機能

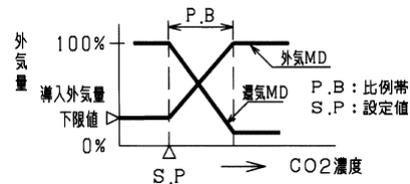
### MDまたはVAVの開度

	RA側	OA側	EA側
CO <sub>2</sub> 制御	比例	比例	比例
外気冷房制御	比例	比例	比例
外気カット制御	開	閉	閉

※外気カット制御の場合は、CAVも含む。

#### 【CO<sub>2</sub>濃度による外気量調整機能】

還気のCO<sub>2</sub>濃度が一定値以下となるよう外気導入量制御装置（VAV、MDなど）により導入外気量を制御する。

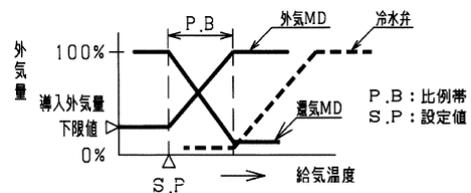
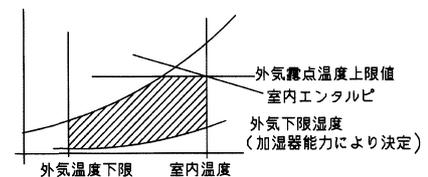


#### 【外気冷房機能】

還気エンタルピーと外気エンタルピーを比較し室内負荷状況により外気を直接導入することにより冷房ができる場合は、給気を全量外気とし、還気は全量排気することにより冷熱源負荷を低減する。

#### 外気冷房条件

- 外気エンタルピー < 室内エンタルピー
- 外気下限温度 < 外気温 < 室内温度
- 外気露点温度 < 外気露点温度上限値
- 外気湿度下限値 < 外気湿度



#### 【CO<sub>2</sub>濃度による外気量調整機能＋外気冷房機能】

前述のCO<sub>2</sub>制御と外気冷房制御の組合せたもの。外気冷房制御を優先させ外気冷房実施時はCO<sub>2</sub>制御は行わない。

#### 【外気カット機能】

スケジュール（予冷・予熱時等）により導入外気量を抑制する制御。

空調機運転開始直前の外気温度を確認し、外気カット運転が有効性であるかを判断する。

外気カット運転実施判断基準例

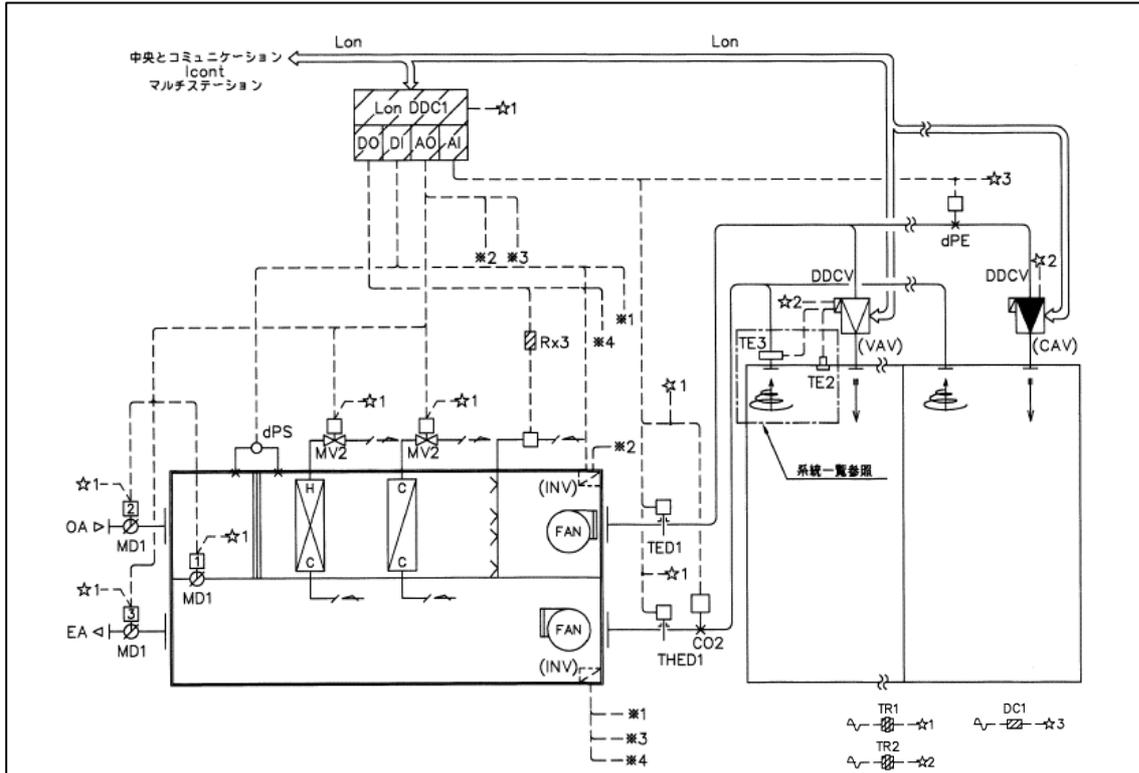
冷房運転の予冷時：（設定室温－5℃）< 外気温

暖房運転の予熱時：常時

図 8.5.1 空調機外気制御の方式



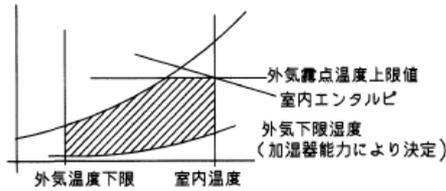




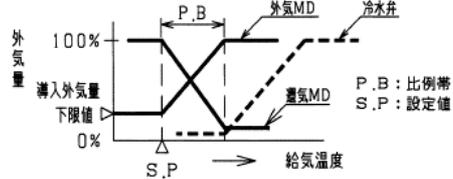
<外気冷房制御>

① 外気冷房条件

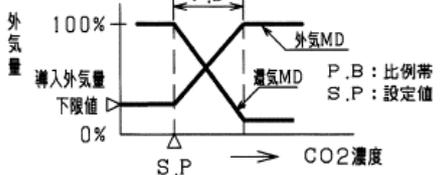
- 外気エンタルピ<室内エンタルピ
- 外気下限温度<外気温<室内温度
- 外気露点温度<外気露点温度上限値
- 外気温度下限値<外気温度



② MD制御



<CO2制御>



MD開度

	① RA	② OA	③ EA
空調時 (CO2時)	比例	比例	比例
外気冷房時	比例	比例	比例
ウォーミングアップ時	開	閉	閉

最大選択 (還気MDは最小選択) になります。

<外気カット制御>

空調機起動後、一定時間全還気運転を行う。

図 8.7.4 制御仕様書の例(空調機の各種制御) の例

表 8.7.1 制御パラメータ設定値一覧表の例

CO <sub>2</sub> 制御	設定 CO <sub>2</sub> 濃度		ppm
	外気量 (下限値)		m <sup>3</sup> /h
	外気量 (最大値)		m <sup>3</sup> /h
外気冷房制御	外気温度		°C
	外気湿度		RH%
	外気温度 (下限値)		°C
	外気湿度 (下限値)		RH%
	還気温度		°C
	還気湿度		RH%
	室内温度		°C
	室内湿度		RH%
外気カット制御	設定時間		時間

## 8.8 データ計測

### 8.8.1 必要となるデータ

各テストを実施するために必要となるデータを表 8.8.1 に示す。

表 8.8.1 性能試験に必要な計測データ

必要データ テスト	室内 CO <sub>2</sub> 濃度	外気温・湿度	還気温度・湿度	給気温度	外気導入量	外気冷房状態	外気カット状態	空調運転状態
TEST-1：CO <sub>2</sub> 濃度による外気量調整機能の検証	■				■			
TEST-2：外気冷房機能の検証		■	■			■		
TEST-3：外気カット機能の検証		■					■	■

### 8.8.2 データ収集

必要データは、計測計量計画に基づく計測器または仮設計測器を通じて収集する。

- ・ CO<sub>2</sub> 濃度：中央監視盤からの瞬時値を読み取り、計測時間間隔に合わせその時間間隔での平均値を算出する。
- ・ 外気温・湿度：中央監視盤からの瞬時値を読み取り、計測時間間隔に合わせその時間間隔での平均値を算出する。
- ・ 還気温度・湿度：中央監視盤からの瞬時値を読み取り、計測時間間隔に合わせその時間間隔での平均値を算出する。
- ・ 給気温度：中央監視盤からの瞬時値を読み取り、計測時間間隔に合わせその時間間隔での平均値を算出する。
- ・ 外気量：VAV 装置の風量データあるいは外気ダンパ開度信号による場合は、外気ダンパ開度と外気量の相関図を完成図書に含め、その相関図より外気量を求める。
- ・ VAV ユニット・CAV ユニット開度、MD 開度：VAV ユニット・CAV ユニットの開度あるいは外気ダンパ（MD）開度により最大外気量導入状態か最少外気導入状態かを確認する。中央監視盤の状態信号を計測する。中央監視盤にその信号がない場合は、現場で開度状態を確認する。
- ・ 外気冷房状態：中央監視盤の状態信号を計測する。中央監視盤にその信号がない場合は、現

場で外気冷房状態となるダンパ開度状態などを確認し、外気冷房状態を判断する。

- ・ 外気カット状態：中央監視盤の状態信号を計測する。中央監視盤にその信号がない場合は、スケジュール設定を確認し外気カットの実施状態を判断する。
- ・ CO<sub>2</sub>制御および外気冷房制御では、空調運転の運転開始状態の立上り運転モード、運転終了状態の停止運転モード時の計測データは評価対象としない。

### 8.8.3 計測機器

- ・ CO<sub>2</sub>濃度：CO<sub>2</sub>濃度計
- ・ 外気温・湿度：ダクト挿入温度計・湿度計あるいは屋外設置の温度計・湿度計
- ・ 還気温度・湿度：ダクト挿入温度計・湿度計
- ・ 外気冷房信号、外気カット信号：中央監視より

表 8.8.2 計測器の条件

データ項目	単位	センサー精度	レンジ	センサーの例
CO <sub>2</sub> 濃度	ppm	±5%	0~4000ppm	簡易CO <sub>2</sub> 計測器
気温	℃	±0.3℃	0~50℃	熱電対
温度	℃	±0.5K	0~50℃	熱電対
湿度（相対湿度）	%	±5%RH	0~100%	簡易湿度計

### 8.8.4 計測時間間隔期間及び計測期間

計測時間間隔及び計測期間は、次のいずれかであるとする。

- ・ 1時間間隔のデータを1年間連続して計測する。
  - 中央監視装置によるデータが利用できる場合等
- ・ 1分間隔のデータを、次に示す時期に1週間程度連続して計測する。
  - 夏期（7月下旬などの冷房負荷が大きい時期）
  - 中間期（10月上旬などの冷房負荷が小さい時期）
  - 冬期（1月下旬などの暖房負荷が大きい時期）

## 8.9 試験方法

### 8.9.1 TEST-1 CO<sub>2</sub>濃度による外気量調整機能の検証 (タイプ A、C)

このテストでは、空調機のCO<sub>2</sub>濃度による外気量調整機能が適切に動作しているかを検証する。

#### STEP 1) データの収集

各空調機について、次の項目の時系列データを計測する。

- ・ 室内CO<sub>2</sub>濃度
- ・ 外気導入量

#### STEP 2) CO<sub>2</sub>濃度と外気導入量の関係の分析

計測したCO<sub>2</sub>濃度と外気導入量の時間平均を演算し、図 8.9.1 に示すグラフ (縦軸:CO<sub>2</sub>濃度、横軸:外気導入量) を作成する。外気冷房機能が併用されている場合は、外気冷房が OFF の期間のみを抽出する。

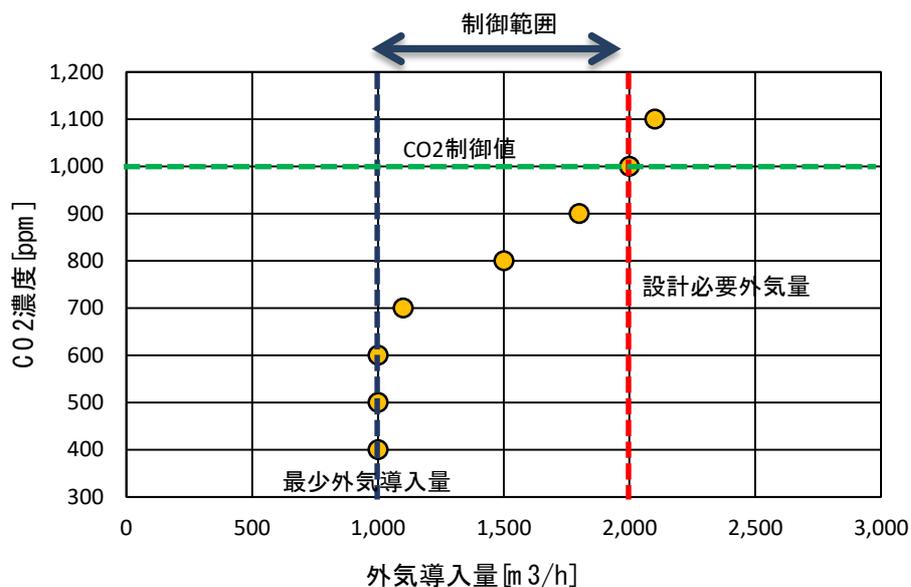


図 8.9.1 CO<sub>2</sub>濃度と外気導入量の関係の例

#### STEP 3) 性能の判断

CO<sub>2</sub>濃度に応じて外気導入量が適切に変化しているかを確認する。特に確認すべき点を以下に示す。

- ・ CO<sub>2</sub>濃度が設定値を下回った際に外気導入量が低下するか。
- ・ 外気導入量が最小外気導入量を下回ることではないか。

## 8.9.2 TEST-2 外気冷房機能の検証（タイプ B、C）

このテストでは、空調機の外気冷房機能が適切に動作しているかを検証する。

### STEP 1) データの収集

各空調機について、次の項目の時系列データを計測する。

- ・ 外気冷房状態
- ・ 還気温湿度
- ・ 外気温湿度

### STEP 2) 還気エンタルピーと外気エンタルピーの関係の分析

計測した還気温湿度、外気温湿度より還気エンタルピーと外気エンタルピーを算出し、1時間平均値を演算してから、図 8.9.2 に示すグラフ（縦軸：外気エンタルピー、横軸：還気エンタルピー）にプロットする。この際、外気冷房状態を判別し、外気冷房機能が OFF のときのエンタルピーと ON の時のエンタルピーを区別してプロットする。

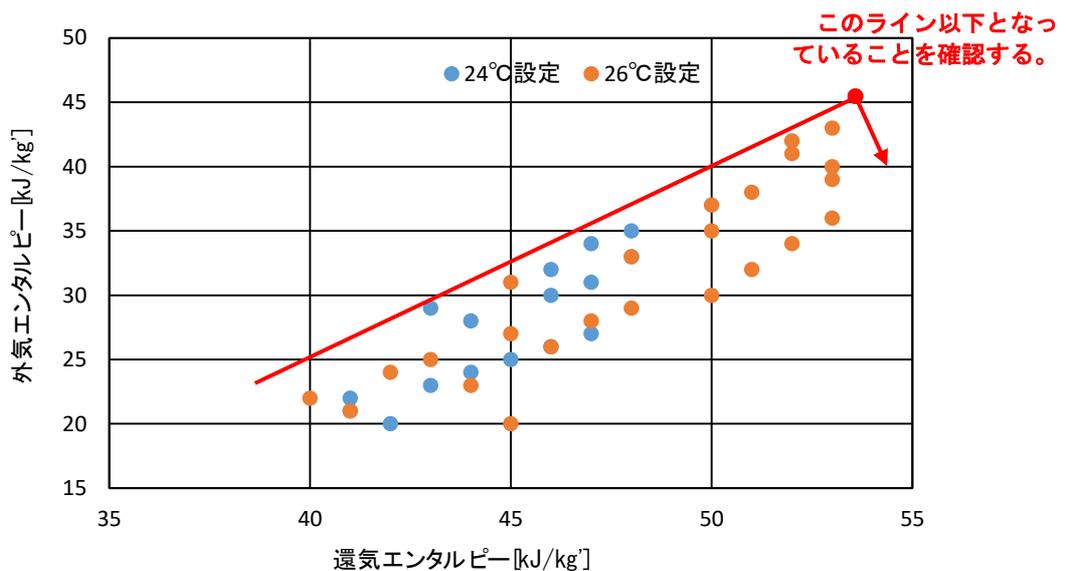


図 8.9.2 還気エンタルピーと外気エンタルピーの比較と外気冷房運転との関係の例

### STEP 3) 性能の判断

還気エンタルピーと外気エンタルピーの関係に応じて外気冷房が適切に機能しているかを確認する。

### 8.9.3 TEST-3 外気カット機能の検証（タイプD）

このテストでは、空調機の運転開始時の外気カット運転（ウォーミングアップ運転）を検証する。

#### STEP 1) データの収集

各空調機について、次の項目の時系列データを計測する。

- ・ 外気カット運転状態
- ・ 空調機運転状態
- ・ 外気温度

#### STEP 2) 外気カット運転時間と空調機運転時間との関係の確認

計測した空調機運転状態と外気カット運転状態について、時系列データをグラフ化する。また、表 8.9.1 に示す表に、外気カット運転が実施されたどうかを記入する。

表 8.9.1 外気カット運転時間の確認の例  
(予冷時の外気冷房効果確認のため空調機運転開始直前の外気温を併記)

日付		外気カット運転実施の有無							
		●月1日	●月2日	●月3日	●月4日	●月5日	●月6日	●月7日	.....
空調機運転開始直前の 外気温度 (°C)		22.5	24.0	24.1	23.2	24.5	24.6	24.4	
空調機 系統	AHU-1	○	○	○	○	○	○	○	
	AHU-2	×	○	○	×	○	○	○	

なお、空調機運転開始直前の外気温度の確認は、外気カット運転の有効性の判断に用いる。

外気カット運転実施判断基準例

- ・ 冷房運転の予冷時：(設定室温 - 5°C) < 外気温度
- ・ 暖房運転の予熱時：常時

#### STEP 3) 性能の判断

各日の運転において、外気カット機能が適切に実施されていることを確認する。特に確認すべき点を以下に示す。

- ・ 空調起動時に外気カット機能が適切に有効になっているか。
- ・ 一定の時間が経過した後、外気カット機能が適切に無効になっているか。