

空調システムの性能評価について当社の取り組み

エネルギー応用研究所 お客さま技術G 空調・熱供給T

1 はじめに

民生部門で使用するエネルギーのうち、空調用が全体の約30%と大きなウェイトを占めており、今後も増加していく傾向にあります。このような状況において、ヒートポンプ空調機器の高効率化は、省エネルギーの推進、CO₂排出量の削減および経済性の向上を図る上で不可欠であり、現在も次々に高効率機器が開発されています。しかし、その機器の性能が優れているかどうかは、定格出力時のカタログ値だけで議論されており、実態との照合がなされていません。

実際に空調に使用されるヒートポンプは部分負荷で使用されることが多く、温度条件も盛夏期と春、秋の中間期では大きく異なるため、カタログ値だけでは不十分で、これらの条件を加味した年間トータルでのエネルギー消費量やランニングコストを評価することが重要となります。この評価を高精度に行うためには、実機により年間の使用状況を再現した条件下での性能試験が必要です。

当社は世界最高水準の空調試験装置を保有しており、電気式機器はもちろん、ガスなどの他エネルギー利用機器の性能試験を行い、比較を行っています。また、この結果をエネルギーシステム評価ツール¹⁾に反映し、より現実に即した評価を可能としており、お客さまに最適なエネルギーシステムを提案しています。

今回は当社が行っている空調システムの性能試験について説明します。

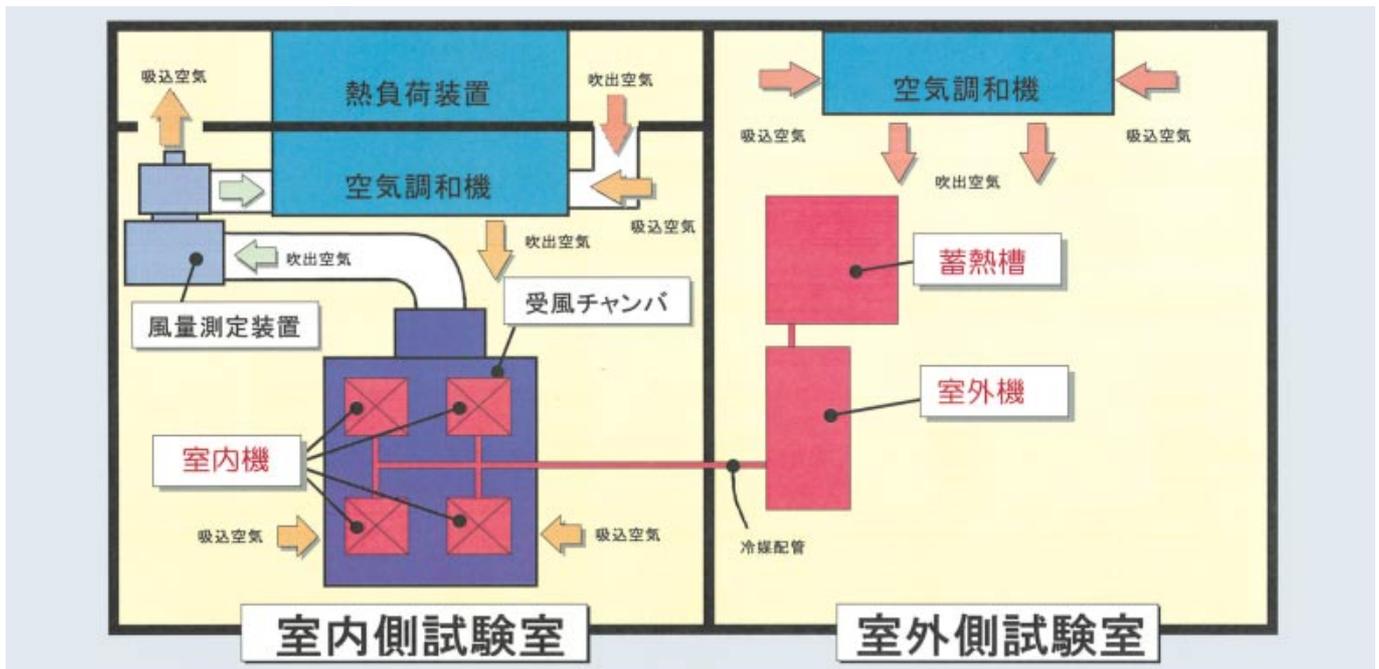
2 試験装置

試験装置の構成を第1図に示します。試験装置は室外側試験室、室内側試験室から構成されています。室外側試験室に試験対象の室外機や蓄熱槽を設置し、室内側試験室は試験対象の室内機を1～4台設置することができます。なお、室内機は試験用箱内（受風チャンバ）に設置することにより、エアコンの吸込空気と吹出空気を隔離し、精度の高い計測ができるようになっています。

冷暖房能力は室内機の吸込空気と吹出空気の温度、湿度、流量を測定することにより算出することができ、冷暖房能力とエアコンが消費したエネルギー量により、エアコンの効率を算出できます。

通常の定格性能試験では、室外側と室内側の温度と湿度を一定に保ち、エアコンを定格出力で連続運転することにより、その性能を把握することができます。

1 当社では、各エネルギーシステムの省エネルギー性（一次エネルギー消費量）環境保全性（CO₂、NO_x、SO_xの排出量）経済性（設備費、運転費など）を比較・評価できるシミュレーションソフトを開発しています。



第1図 試験装置の構成

さらに本試験装置では、室外側の温度と湿度を任意に設定できるため、日本国内のどの地域の気象でも再現できるほか、熱負荷装置から室内側試験室に、実際のビルの空調負荷を模擬した、時間変化する熱負荷を与えることもできます。これにより、地域差による評価や、エアコンの能力制御と温度制御の評価を含めた総合的な性能の把握ができます。

当社は、このような試験装置を試験対象の容量に応じて、2種類保有しています。(第1表)

(1) 大型空調試験装置

大型空調試験装置はビル用マルチエアコンなど、3

~20馬力の比較的大きな容量の機器を対象とするものです。これによりJIS規格適用の対象外となっている10馬力以上の機器の高精度な評価や、実際の運転状態を模擬した空調負荷試験を、世界に先駆けて実施しています。外観を第2図に示します。

(2) 小型空調試験装置

小型空調試験装置はパッケージエアコンやルームエアコンなど、1~6馬力の比較的小さな容量の機器を対象とするもので、エアコンの構成要素(圧縮機、熱交換器等)の性能評価や騒音の測定も可能です。外観を第3図に示します。

第1表 空調試験装置の基本仕様

		大型空調試験装置	小型空調試験装置
試験対象機種		ビル用マルチエアコンおよび パッケージエアコン (氷蓄熱、非蓄熱、ガスエンジン式)	パッケージエアコンおよび ルームエアコン (氷蓄熱、非蓄熱、ガスエンジン式)
電 源		3相3線200V 60Hz	3相3線200V 60Hz
試験 範囲	馬 力	3~20馬力相当	1~6馬力相当
	冷房能力	8~56kW	2.5~16kW
	暖房能力	10~67kW	3~20kW
	加 湿 量	最大35リットル/h (室内側)	最大15リットル/h (室内側)
	風 量	室内機10~160m ³ /min	室内機4~50m ³ /min
温 湿 度 設定範囲	室内側	温度 +2~+50、相対湿度 40~80%	温度 0~+52、相対湿度 30~90%
	室外側	温度 -20~+60、相対湿度 30~90%	温度 -20~+52、相対湿度 30~90%



第2図 大型空調試験装置の外観



第3図 小型空調試験装置の外観

(3) 試験装置の測定精度

基準となる試験設備（日本冷凍空調工業会）で性能を測定したエアコンを用いて、大型空調試験室と小型空調試験室の測定精度の較正を毎年1回行い、検定合格基準の条件（能力差 $\pm 3\%$ 以内、消費電力差 $\pm 3\%$ 以内、風量差 $\pm 5\%$ 以内）を全て満足することを確認しています。

3 電気式エアコンとガスエンジン式エアコンの比較試験

(1) 試験対象

本試験装置を用いて、電気式エアコンとガスエンジン式エアコンの性能試験を行い、結果を比較しました。

試験対象はパッケージエアコン（小規模ビル用）およびビル用マルチエアコン（中規模ビル用）とし、機器は電気式とガス式から、それぞれほぼ同じ容量で最も効率が高い機種（平成13年時点）を選定しました。

なお、電気式は当社が開発した、「高効率パッケージエアコン（後継機種）」および「高効率氷蓄熱式ビル用マルチエアコン」を試験対象としました。

試験したエアコンの外観を第4～7図に示します。



第4図 電気式パッケージエアコン



第5図 ガスエンジン式パッケージエアコン



第6図 電気式ビル用マルチエアコン



第7図 ガスエンジン式ビル用マルチエアコン

(2) 試験方法

ア 定格性能試験

本試験では各エアコンの定格性能を調べるためJIS² および(社)日本冷凍空調工業会ガイドライン³に準拠して試験を実施しました。

試験条件を第2表に示します。

第2表 定格性能試験条件

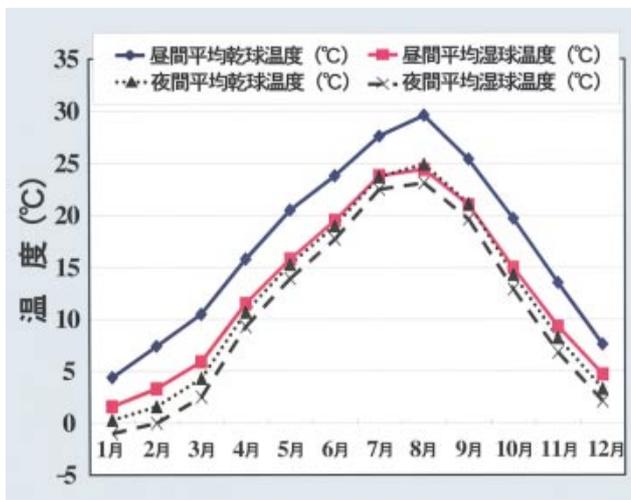
	室外側試験室 空気条件		室内側試験室 空気条件	
	乾球 温度	湿球 温度	乾球 温度	湿球 温度
冷房標準	35	--	27	19
暖房標準	7	6	20	15 以下
暖房低温	2	1	20	15 以下
氷蓄熱	25	--	--	--
温水蓄熱	0	-1	--	--

イ 模擬負荷試験

模擬負荷試験はエアコンの実際の運転状態を模擬したときの性能を調べるものです。本試験では各月代表日の1時間毎の外気条件、空調負荷条件を次に述べるように設定し、運転データを採取します。冷房の空調期間を5月～10月、暖房は12月～3月、稼働日数は月に23日として年間を通しての性能を評価しました。

(ア) 外気条件

地域条件として名古屋を選定し、名古屋の各月代表日の1時間毎の平均気温と湿度データ⁴により室外側の気象環境を再現しました。第8図に月代表日の昼間平均乾球温度、昼間平均湿球温度、夜間平均乾球温度および夜間平均湿球温度を示します。

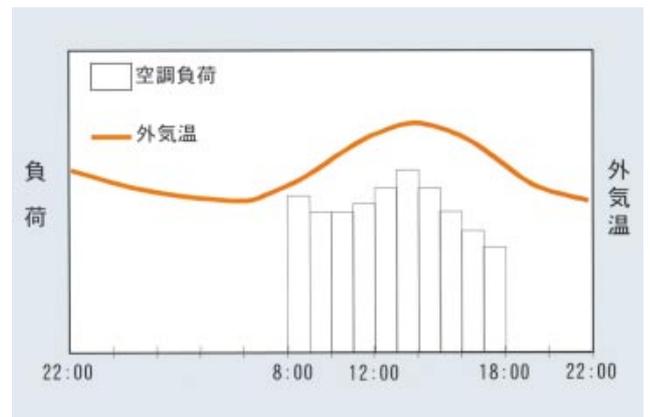


第8図 模擬負荷試験条件 (名古屋の例)

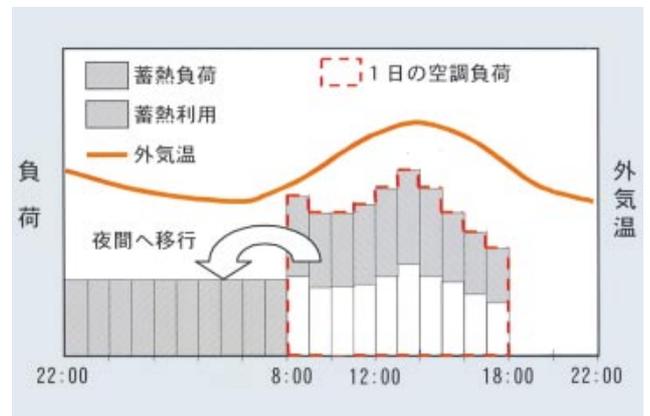
(イ) 空調負荷条件

一般的な中・小規模オフィスビルを想定し、各月代表日の空調負荷量(定格冷房能力に対する割合)を以下のとおり設定しました。

空調負荷の最大値を定格冷房能力の80%とし、冷房、暖房ともに代表日の1時間毎の空調負荷をシミュレーション⁵により決定しました。運転時間は空調運転を8:00～18:00の10時間、蓄熱運転を22:00～8:00の10時間としました。運転パターンを第9、10図に示します。



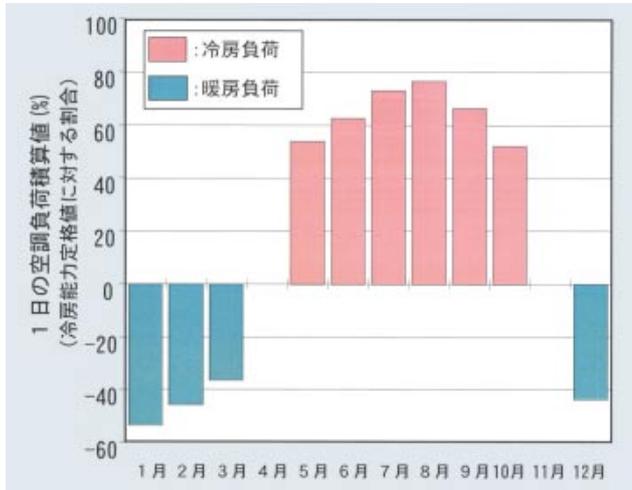
第9図 電気式(非蓄熱)およびガスエンジン式エアコンの1日の運転パターン



第10図 電気式(氷蓄熱)エアコンの1日の運転パターン

- 2 電気式: JIS B 8615-1 エアコンディショナ - 第1部 直吹き形エアコンディショナとヒートポンプ - 定格性能および運転性能試験方法
ガス式: JIS B 8627-2 ガスヒートポンプ冷暖房機 - 第2部 直吹き形ガスヒートポンプ冷暖房機 - 定格性能および運転性能試験方法
- 3 JRA-GL-12-2000 氷蓄熱式パッケージエアコンディショナの性能表示
- 4 最大負荷計算プログラムMICRO-PEAK((社)建築設備技術者協会)の各月代表日の気象データを使用しました。
- 5 建築設備設計によく使われる(社)公共建築協会、(社)空調和衛生工学会の基準に準拠したプログラムを用いました。

1日の空調負荷積算値を第11図に示します。空調負荷は冷房負荷を正の値、暖房負荷を負の値で表しています。

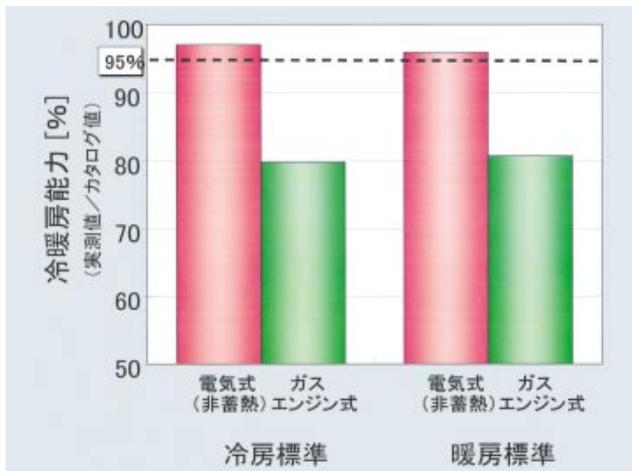


第11図 模擬負荷試験条件 (空調負荷条件)

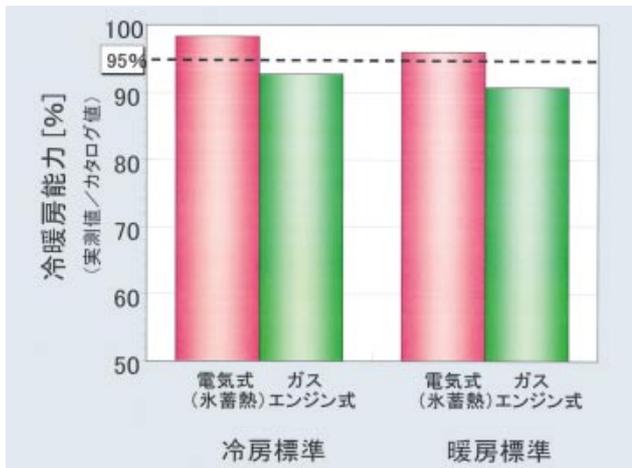
(3) 試験結果

ア 定格性能試験

第12、13図は冷暖房能力のカタログ表示値に対する実測値の割合を示すものです。



第12図 性能試験結果 (パッケージエアコン)



第13図 性能試験結果 (ビル用マルチエアコン)

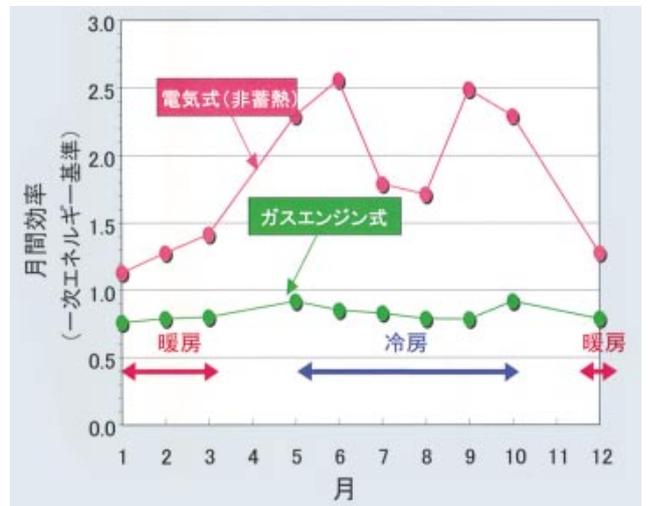
試験対象として選定した電気式エアコンは表示値の95%以上の成績が得られ、JIS[®]を満足しましたが、ガスエンジン式エアコンは、定格性能の測定値がカタログ表示値の80%~90%程度に止まりました。

したがってこのガスエンジン式エアコンをカタログ値のみで評価し空調用機器として選定すると空調能力が不足したり、想定以上のランニングコストがかかる可能性があります。

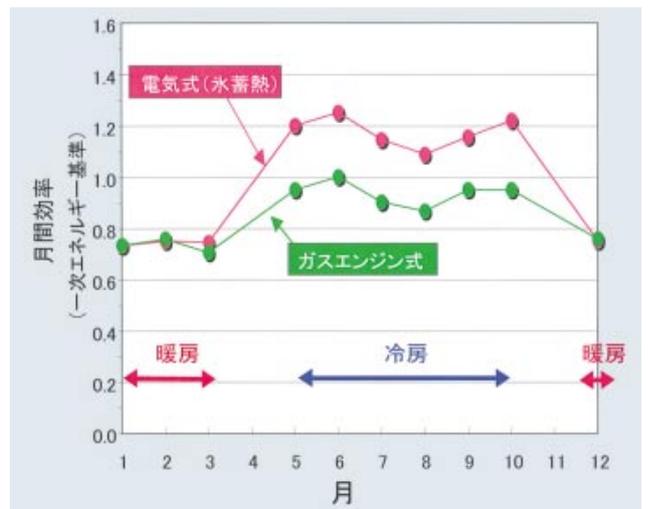
イ 模擬負荷試験

前項のとおり、各月ごとの室外の気象条件とビル内の空調負荷を設定して実際の運転状態を再現したときの空調能力、消費電力量およびガス消費量を測定し、効率 (空調能力/投入エネルギー) を算出しました。

第14、15図は、電気式とガスエンジン式の効率に



第14図 負荷試験結果 (パッケージエアコン)

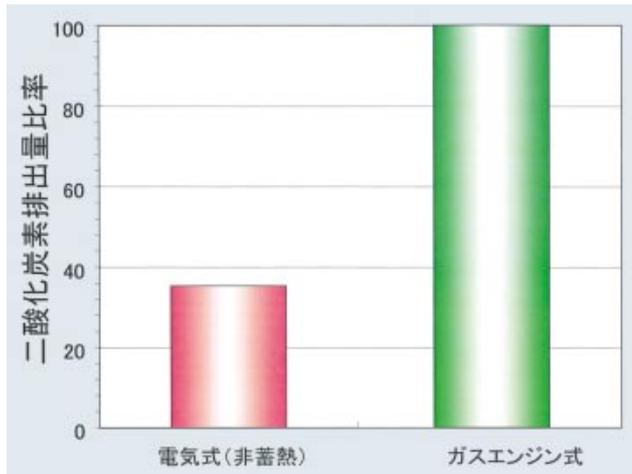


第15図 負荷試験結果 (ビル用マルチエアコン)

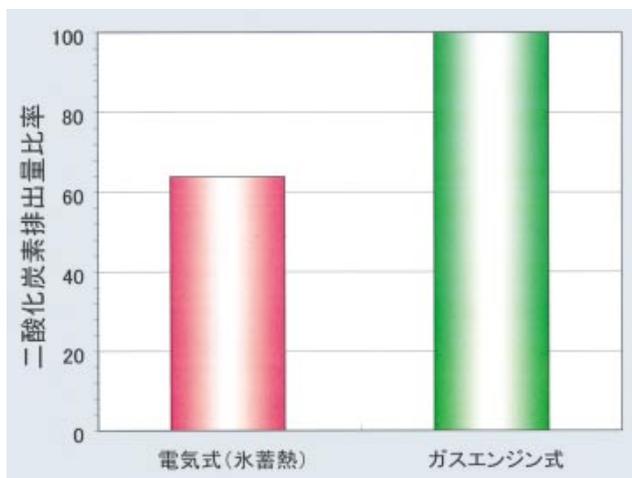
6 JISでは、エアコンの試験方法を定めるとともに、その試験の結果は表示された定格能力の値の95%以上でなければならないと規定しています。

ついて各月ごとに一次エネルギー換算⁷で比較したものです。図のように年間を通じて電気式がガスエンジン式より効率が高く、特に冷房期間はその差が顕著であり、電気式の方が省エネルギー性に優れることが分かります。

またこの結果から、各機器の年間でのCO₂排出量を算定し、ガス式を100として比較⁸してみると、第16、17図のとおり電気式はガス式よりCO₂排出量が圧倒的に少なく、環境に優しい機器であると言えます。



第16図 二酸化炭素排出量の比較 (パッケージエアコン)



第17図 二酸化炭素排出量の比較 (ビル用マルチエアコン)

4 おわりに

当社はヒートポンプの効率向上のための技術開発に取り組んでいます。今回試験対象となった機器は当社が開発した機器（およびその後継機種）のほんの一部ですが、これらによる年間CO₂排出削減量を試算すると、第3表に示すとおり、年間約7万トンにもなり、当社の技術が環境保全に大きく貢献していることが分かります。

第3表 CO₂排出削減量の評価^{※9}

開発機	比較対象機	CO ₂ 削減量 (万t-CO ₂ /年)
高効率パッケージエアコン	従来型電気式エアコン	5
高効率氷蓄熱式ビル用マルチエアコン	ガスエンジン式ヒートポンプ	2
合計		7

また、当社は本試験装置を用いて空調システム以外にもコージェネレーションシステムなどの熱利用機器の性能評価試験を行い、カタログだけでは分からない実負荷でのエネルギー消費量、環境保全性を把握することで、総合エネルギー企業としてのノウハウの蓄積を行い、得られた知識をヒートポンプの効率向上や、営業活動での最適なエネルギーシステムコンサルティングサービスに役立てています。

今後もさらなる効率化技術開発の推進とともに機器の性能試験を引き続き行い、結果をお客さまに情報発信するとともに、お客さまの立場に立った最適なシステムの提案を行っていくこととしています。

- 7 一次エネルギー原単位として下記数値を使用しました。
 電力：2,450kcal/kWh（昼間）2,300kcal/kWh（夜間）
 （エネルギー使用の合理化に関する法律の告示による）
 都市ガス13A：11,000kcal/Nm³
 （（社）日本ガス石油機器工業会による）
- 8 機器の容量が若干異なるため、馬力あたりの排出量に換算しました。なお、二酸化炭素排出原単位として下記数値を使用しました。
 電力：0.378kg-CO₂/kWh
 （環境省による。2000年度全電源平均値）
 都市ガス13A：2.36kg-CO₂/Nm³
- 9 比較対象機との一台当りの年間CO₂排出量差に開発機の13年度末販売台数累計を乗ずることで年間CO₂排出削減量を算定しました。なお、比較対象機は開発機と市場で競合している機器を選定しました。パッケージエアコンの市場（5馬力以下）では、電気式のシェアが圧倒的に高いため、ガス式ではなく従来型電気式エアコンを比較対象機としています。