

温度・湿度個別コントロール空調システム

ダイキン工業 株式会社

代表取締役 兼 COO 岡野 幸義

ダイキン工業 (株) 空調生産本部	主任技師	藪 知宏
ダイキン工業 (株) 環境技術研究所	主任研究員	松井 伸樹
ダイキン工業 (株) 環境技術研究所		池上 周司
ダイキン工業 (株) 環境技術研究所		成川 嘉則
ダイキン工業 (株) 空調生産本部		高橋 隆

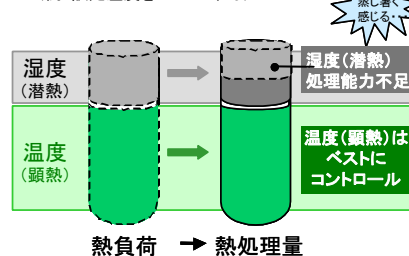
はじめに

現行のヒートポンプ空調機では、温度を基準に運転すると湿度が高く蒸し暑く感じる。また湿度を基準に運転すると温度が下がりすぎて余分なエネルギーを消費するなどエネルギー効率には限界があった。この課題を解決するために、温度と湿度を分割しそれぞれを高効率な機器で個別コントロールすることで、「省エネルギー」と「快適性」の両立を実現する温度・湿度個別コントロール空調システムを開発した。

開発のねらい

図1に示すように現行のヒートポンプ空調機では、1台の機器で温度と湿度を同時にコントロールするために、温度を基準に運転すると湿度が高く蒸し暑く感じる。また湿度を基準に運転すると温度が下がりすぎて、その分余分なエネルギーを消費するなど除湿量とエネルギー効率はトレードオフの関係にあり、快適性の維持（必要除湿量確保）を空調の大前提とすると、エネルギー効率向上には限界があった。この課題を解決するために、温度と湿度を分割しそれぞれを高効率な機器で個別コントロールするこ

●温度(顕熱)を基準に空調機を運転すると
(例:設定温度を27℃にする)



●湿度(潜熱)を基準に空調機を運転すると
(例:設定温度を下げる)

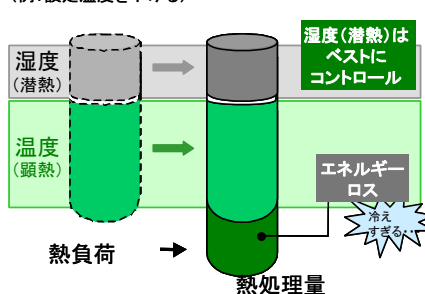


図1 ヒートポンプ空調機の課題

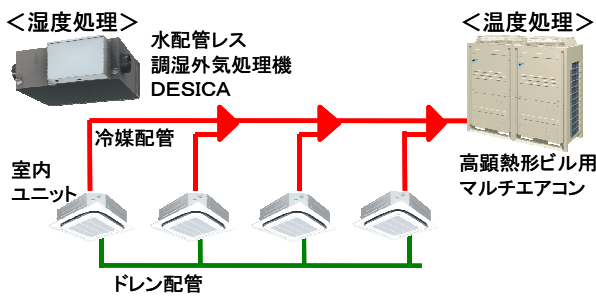
とで、従来の省エネルギー手段では成し得ない「省エネルギー」と「快適性」の両立を実現する温度・湿度個別コントロール空調システムを開発し、2007年11月に商品化した。

システムの概要

本システムは、湿度をコントロールする調湿外気処理機『DESICA (デシカ)』と、温度をコントロールする『高顕熱形ビル用マルチ

エアコン』で構成され（図2）、冷房時のシステムエネルギー効率=4.71、暖房時のシステムエネルギー効率=4.61を達成し、省エネ法の特定機器であるエアコンディショナーのトップランナー基準値（冷暖平均エネルギー効率3.07）*1に対して約34%の省エネルギーを実現した。

*1：トップランナー基準改訂2007年12月版に定める冷暖房兼用のエアコンディショナーのうち、ユニットの形態がマルチタイプの室内機の運転を個別制御するもので冷房能力が7.1kW超の区分の目標基準値



●湿度(潜熱)と温度(顕熱)を個別コントロール

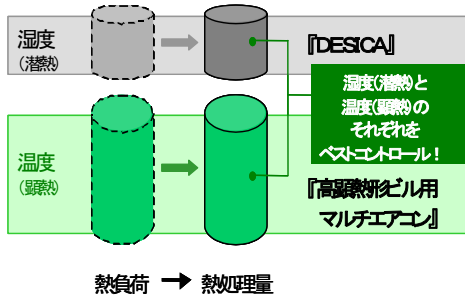


図2 温度・湿度個別コントロール空調システム

技術上の特徴

「温度」・「湿度」を分離して処理を行いつつ省エネ性の高い空調システムを実現するために、水分の吸着によって除湿を行うデシカント（乾燥材）方式を採用した。図3に従来デシカント（2ローター）のシステム構成図と除湿運転の空気線図上の動き（理論線）を示す。従来のデ

シカント方式は、吸着材を塗布したローターを回転させて湿度を含んだ高湿度の空気をローターに流通して除湿し（①→②）、水分を含んだローターを熱源で暖めた空気（⑤→⑥）で再生する（⑥→⑦）ことによって乾燥させ、調湿（除湿）運転を実現している。従来方式では、水分を吸着する際に吸着熱が発生するために理論的な吸着限界線が存在し図3の線図のように33℃、22.0g/kgの空気を9.0g/kgまで除湿するためには64℃の理論再生温度が必要となる。

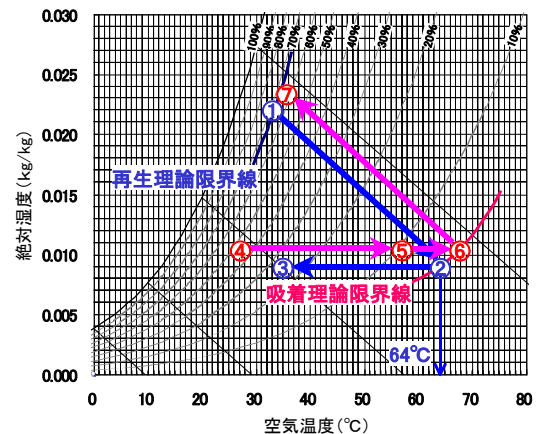
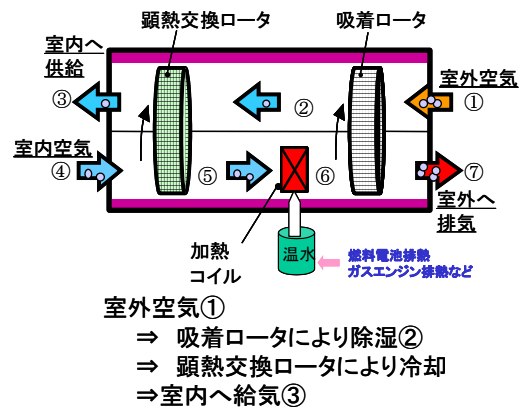


図3 従来デシカントのシステム構成図と除湿運転の空気線図上の動き（理論線）

そこで、上述した理論限界を打ち破り一般空調条件で利用可能なデシカント方式による調湿機器を開発するため、デシカント素子と熱交換器を一体型にして吸着熱を直接冷却によって除去し、再生熱を直接加熱によって供給する「

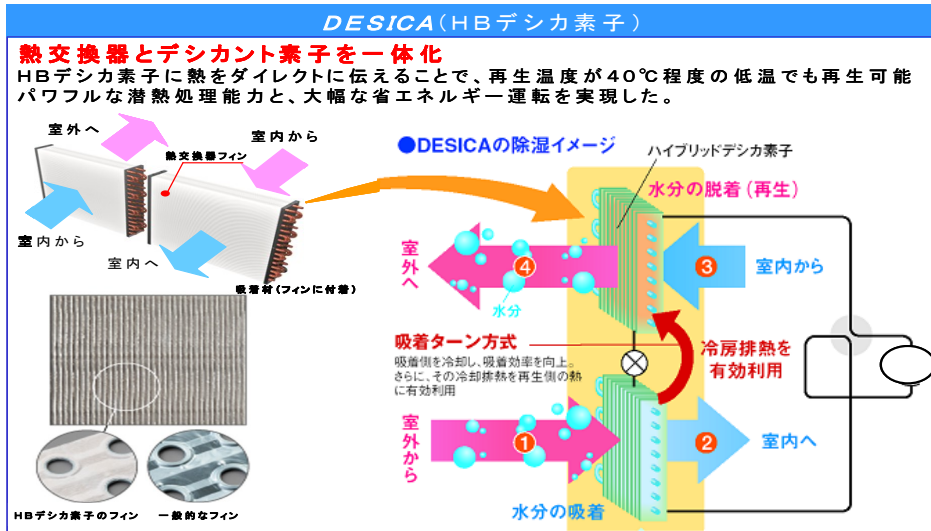


図4 『DESICA』のシステム構成

ハイブリッドデシカント素子」(以下 HBデシカ素子)を開発した。

図4に『DESICA』のシステム構成と図5に除湿運転の空気線図上の動き(実機条件)を示す。『DESICA』は、「HBデシカ素子」を搭載することによって低い再生温度(40℃)でも高い除湿性能を得ることが可能となったため、圧縮式ヒートポンプの排熱(凝縮熱)を利用して吸着材を再生することが可能となり、大幅な省エネルギー運転を実現した。その結果、建築物衛生法基準をクリアする調湿能力を有するとともに従来デシカント除湿機比で約2.5倍の効率を達成した。また、吸着材と熱交換器を一体化した「HBデシカ素子」を使用することで部品点数を少なくしたこと、吸着材に熱をダイレクトに伝えることで熱ロスを無くし熱交換効率を高めたことからコンパクト化を実現した。機器容積を従来のデシカント除湿機比で約1/3に低減した(図6)。

図4を基に『DESICA』の除湿運転時のプロセスを説明する。除湿運転時には室外空気が「HBデシカ素子」の吸着側に導かれ

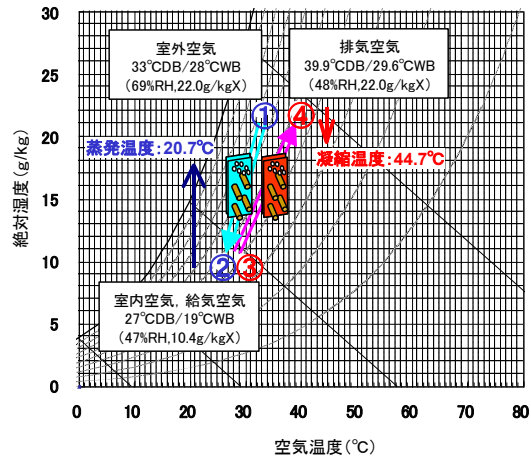


図5 除湿運転の空気線図上の動き(実機条件)

①、冷媒の蒸発熱によって直接吸着材が冷却されながら水分を吸着し、室内に供給される②。同時に室内空気が「HBデシカ素子」の再生側に導かれ③、冷媒の凝縮熱によって直接吸着材が加熱されながら水分を脱着し、室外に排気される④。そして、「HBデシカ素子」に水分が一杯に溜まる、または無くなると、冷媒の流れ方向と空気通路の流れ方向(①と④)を周期的に切替えることで連続した除湿を行う。冷媒の流れ方向は冷凍サイクル切替で、空気通路の流れ方向はダンパー切替で行う。

一方、加湿運転は、排気する際に室外に捨て

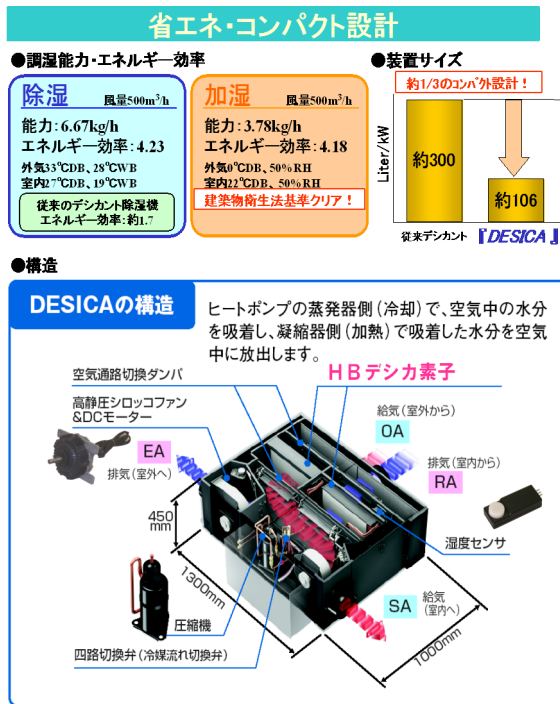


図6 『DESICA』構造と性能

てしまう湿度分を「HBデシカ素子」で回収して、室内の水分放出を抑制し、更に外気の水分はそのまま取り込むことで実現している。すなわち、除湿運転とは逆に、室外空気は「HBデシカ素子」の再生側に導かれ、冷媒の凝縮熱によって直接吸着材が加熱されながら水分を脱着し、室内に湿気を放出する。同時に、室内空気が「HBデシカ素子」の吸着側に導かれ、冷媒の蒸発熱によって直接吸着材が冷却されながら水分を吸着し、室外に排気される。そして、除湿運転時と同様に、冷媒の流れ方向と空気通路の流れ方向を周期的に切換えることで連続した加湿運転を行っている。

実用上の効果

『DESICA』は、「HBデシカ素子」で空気中の水分を吸着、脱着して調湿を行うため、除湿に必要なドレン（排水）配管及び加湿に必要な給水配管が不要である。また、熱源で

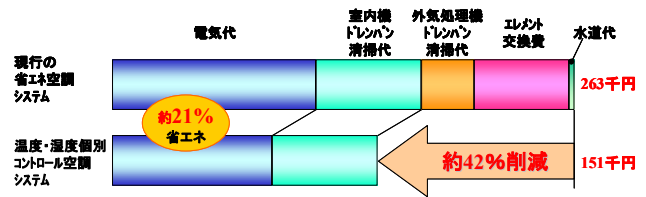


図7 ランニングコスト比較

ある圧縮機を内蔵しているため、冷媒配管も不要とし高い施工性を発揮する。従来の空調システムに対して大幅な省施工を実現するとともに、ドレンパン、加湿エレメントの定期点検及び清掃の必要がない省メンテナンスを実現した。

エネルギー効率向上による電気代の削減に加え、加湿のための水道代、加湿エレメント交換費、ドレンパン点検作業費が不要なためランニングコストが大幅に削減できる。現行の省エネ空調システムに対してランニングコストを約42%削減した（図7）。

工業所有権の状況

本システムの技術開発に際し187件を出願済み。公開されているもの118件（内52件登録、66件外国出願）、未公開のもの69件（内12件外国出願）である。主な特許を以下に示す。

特許第3624910号 「調湿装置」

特許第3918852号 「吸着熱交換器の製造方法及び製造装置」

むすび

本システムにより初めて高い快適性を維持しつつ省エネルギーな空調システムを実現可能とした。今後は、本システムを普及促進することによって地球温暖化防止に貢献していきたい。