

カーボンニュートラル ～脱CO₂に向けた設備技術を改めて考える

空調機における脱炭素に向けた技術

新晃工業(株) 朝田 満

はじめに

空気調和機において脱炭素に向けた活動の一環として、環境負荷低減のための消費電力を削減できる省エネルギー製品・組込構成機器や使用材料の削減など、環境に配慮した製品が提供されている。設置後10年以上経過した従来機器と比較して、より脱炭素へ貢献が可能となる。

本稿では、空気調和機に構成されている機器や、省エネルギー効果のある空調システムについて紹介する。

図1に空気調和機（水平型）を、図2にコンパクト型空気調和機を示す。

省エネ・高効率組込構成機器の採用

(1) 送風機

送風機（ファン）は、空調空気をその目的の場所まで搬送するためのもので、必要な風量・静圧によって選定される。

表1に送風機分類を示す。従来から多翼送風機であるシロッコファン、後向き送風機・翼型送風機であるプラグファンがある。

シロッコファンは、空気調和機に一般的に使用され、平均ファン効率は50～55%である。広い風量範囲となっているが、高静圧に対応できない場合がある。

また、風量の増加とともに軸動力も増大するため、電動機の選定に注意が必要である。

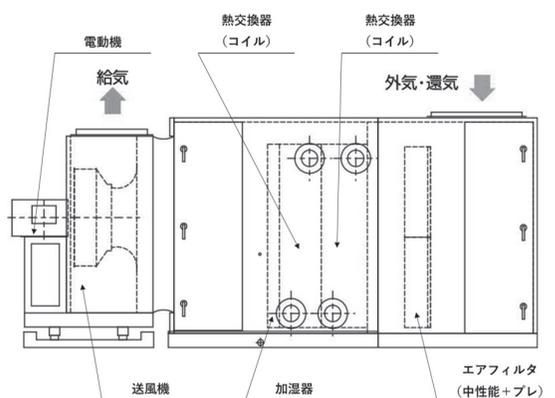


図1 空気調和機（水平型プラグファン組込）

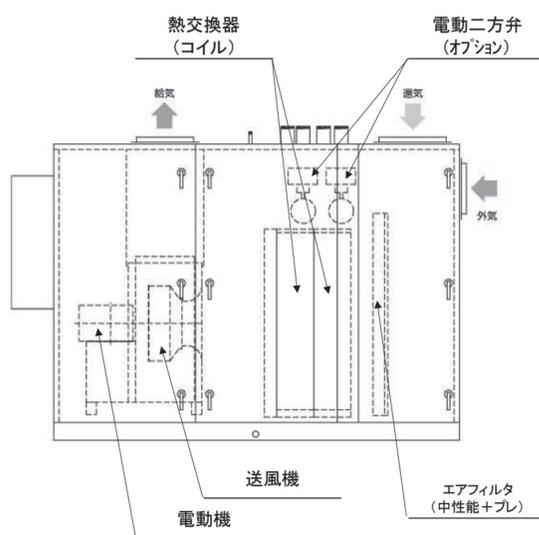


図2 コンパクト型空気調和機

プラグファンは、後向き（バックワード）翼型送風機に分類され、単板、エアフォイルプレ

表1 送風機分類

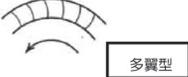
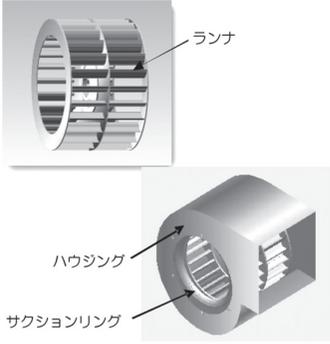
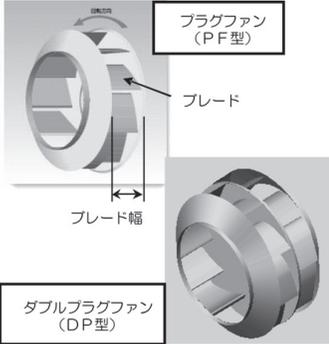
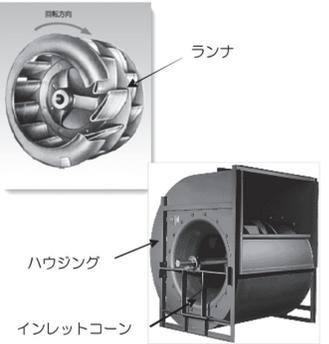
項目	シロッコファン	プラグファン	リミットロードファン
風量範囲	～45,000 m ³ /h	～100,000 m ³ /h	～100,000 m ³ /h
静圧範囲	～1500 Pa	～2000 Pa	～2500 Pa
ランナ	 多翼型	 後向き翼型	
平均効率	55%	60～75%	70～85%
特徴	風量の増加とともに軸動力が増大する。	大風量・高効率 ブレード幅オーダーメイド対応 →現場仕様に合わせてブレード幅を可変させ最適設計 軸動力はリミットロード特性	大風量・高静圧 高効率 軸動力はリミットロード特性
イメージ			

表2 送風機選定結果例

ファン種類	シロッコファン	プラグファン	ダブルプラグファン
	500DC×1	PF-30×1	DPC-27×1
駆動方式	ベルト駆動	直結駆動	カップリング直動駆動
静圧効率 %	58	67	78
運転軸動力 kW	13.45	11.82	10.21
必要電動機容量 kW	15	15	11
消費電力 kW ※1	14.94	13.13	11.34
省エネ効果 ※2	0	12.1	24.1

共通条件

風量：24,000m³/h 全静圧：1,250Pa

電動機：電動機極数 4P/50Hz 地域/回転数 1,470min⁻¹

※1：電動機効率を90%として算出

※2：シロッコファンとの比較とした

ードにより高効率・低騒音化が可能である。ファン効率は60～75%（シロッコファンより10～20%の効率アップ）であり、省エネルギー性に貢献している。

当社では、現場仕様毎に都度設計し、ブレード幅を可変して最適な動力を選定する、オーダーメイドランナ方式にて高効率運転を実現している。

表2に同一風量・静圧での機選定結果例を示す。一般的にハウジングレス構造であるが、当社では、ガイド等を設けることでさらなる効率アップを可能とした型式もあり、多用途に対応可能である。

また、任意の風量で動力が最大となるリミットロード特性により最大動力に見合った電動機

を選定することで過負荷の対応が可能である。

送風機は、ベルト・プーリを介して電動機により駆動され、プーリサイズの組み合わせで回転数を設定する機会が多いが、電動機軸にファンランナを直結したタイプもあり、その際はインバータ等にて電動機の回転数自体をコントロールする。

これにより、ベルトによるエネルギーロス（ベルトロス）を解消し、省エネルギー性が向上。直結することで、ベルト・プーリー等の部品削減が可能である。

(2) 熱交換器

熱交換器（コイル）は、冷温水を通水する主管と送風空気とを熱交換するプレートフィンで構成され、空気調和機に取り込んだ外気や還気を目的の温度まで熱交換するためのものである。

一般的に主管は銅、プレートフィンアルミ製が使用されている。高い熱貫流率と少ない空気抵抗を実現するため、各メーカー独自のフィン形状にて、用途に応じたフィンピッチと最適な水速を得るためのフローの選択が可能である。

当社では、熱交換性能を向上させるため、熱流体解析等を活用し、各種パラメータを検討し、フィン形状の見直しと、フィン枚数や主管配列の適正化を図り、熱交換性能を従来品に比べ最大15%アップしている。

図3にコイルフローを示し、表3に熱交換器（コイル）選定結果例を示す。表3より、同一

表3 熱交換器（コイル）選定結果例

	列数	空気側圧力損失
	列	(Pa)
最新型コイル	6	184
従来型コイル	8	197
差異	2列	13 Pa

条件

風量：4,800m³/h
 入口空気条件：乾球温度27.0℃、湿球温度19.5℃
 出口空気温度：14℃
 入口水温：7℃
 出口水温：12℃
 冷却能力：28.0kW

能力にて、コイル2列分の部材（主管とフィン材）の削減と、空気側圧力損失の13Pa低下による送風機搬送動力低減が可能となる。

(3) 外装パネル（外板）

従来の外装パネル（外板）は、塗装した鋼板に断熱や防音を目的に表面処理したグラスウールを断熱材として貼付けた構造であった。

1990年以降、塗装不要であるガルバリウム鋼板で硬質ウレタン発泡等をサンドイッチにした構造が採用されている。

この外装パネル（外板）は、搬入時の外力、運転時の機内圧力・振動に耐えられる構造・強度と、断熱性能、遮音性能を有している。

図4に外装パネル（外板）の構造を示す。

従来の塗装外板に比べ、2倍以上の耐久性と高い空気清浄度を実現している。

また、ノンフロン硬質発泡ウレタンフォーム

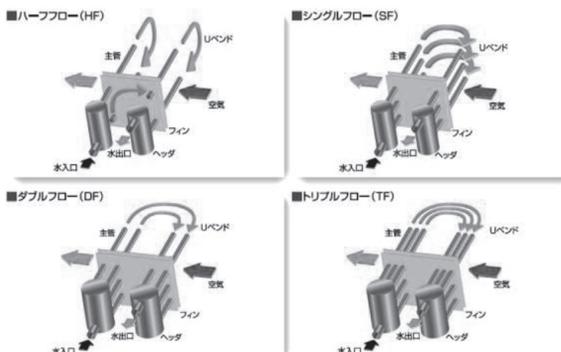


図3 コイルフロー

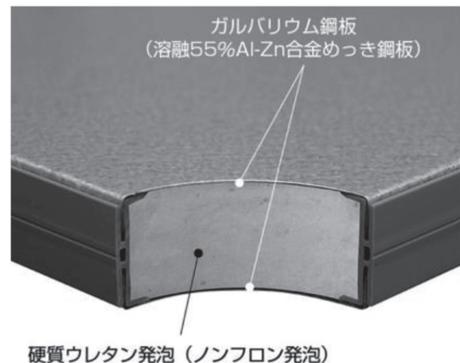


図4 外装パネル（外板）構造

の採用により、オゾン層破壊係数ゼロを実現している。

断熱性能35%向上、リーク量60%低減が可能となり熱損失を低減し、省エネルギー性に貢献している。

(4) メインフレーム

従来は、溶接フレームに塗装を施し、塗装した鋼板パネルを貼付けたボックス状とした構造であった。

近年、鋼製やステンレス折り曲げ角材、アルミニウム合金押出型材等で骨組みしたフレームに、鋼板製外板を貼付けたボックス状のものが一般的である。

メインフレームとして、溶接フレーム構造から角パイプフレーム構造に転換することにより、塗装レス・溶接削減を可能としている。また、コンパクト型空調機の一部には、外板自身の強度アップに伴いフレームレス構造も採用されている。

図5に空気調和機のケーシングの変遷を示す。

(5) 電動機

国際的な地球暖化防止の動きにより、国内では0.75kW以上の電動機に関して、2015年度か

ら高効率モータ規制（トップランナーモータ規制）が施工された。これにより、IE1（標準）からIE3（プレミアム効率）への切替が実施され、約2～3%の効率アップとなり、電力使用量やCO₂排出量の抑制に貢献している。

また、トップランナー規格対象外ではあるが、IE3と同等レベルのモータ効率で、専用インバータにて駆動するIPMモータ（磁石埋込式モータ）を採用している。

ファンコイルユニットにおいては、一般に単相誘導電動機が使用されている。省電力化に効果がある直流電動機（DCブラシレスモータ）の採用により、電力使用量やCO₂排出量の抑制が期待できる。

(6) エアフィルタ

エアフィルタは、空気を清浄する目的の他に、下流側のコイルや加湿器等の機器に埃が付着・堆積して、機能低下を防ぐ役割も果たしている。

従来製品と比較して、低圧力損失型の採用により、搬送動力低下が可能となり、ろ材再生可能型や長寿命型の採用により、使用時の省資源・省エネルギー性・廃棄物発生量の削減を実現している。

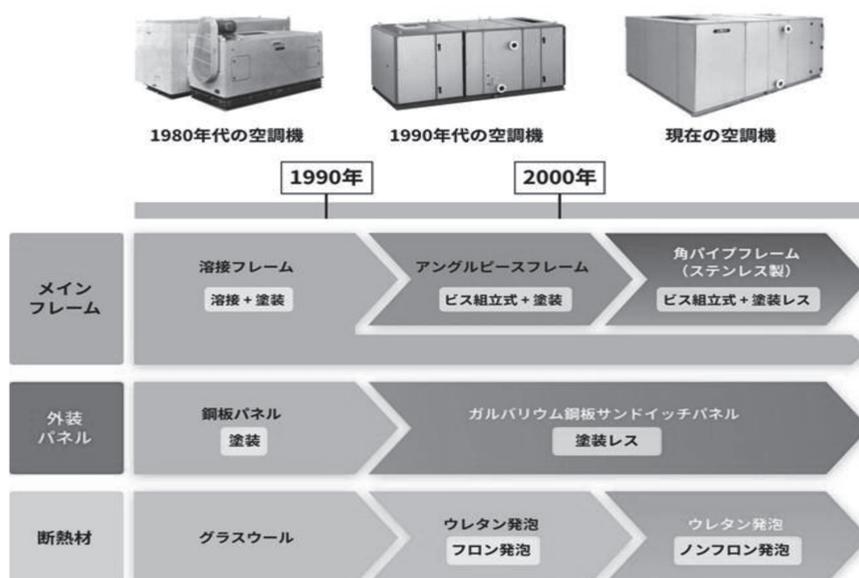


図5 空気調和機のケーシング変遷

省エネルギー空調システム

脱炭素の取り組みの一環として、冷房設定温度の適正化（室内温度を26℃から28℃に設定）と快適な体感温度を提供するため、温度だけではなく湿度を適切にコントロールすることが大変重要である。

従来の空調方式（再熱なし）の場合、28℃設定にすることにより、省エネルギー効果は高くなるが、冷却コイル特性により不快な温熱環境（高湿度）となる。また、再熱ありの場合、快適な温熱環境が達成できるが、エネルギー消費量が大きく脱炭素の目的から逸脱する場合がある。

ここでは、28℃設定の省エネルギー性と快適性、およびコストバランスを共有させた空調システムを紹介する。

(1) COIL TO COILレヒート方式

COIL TO COILレヒート型空気調和機 (図6)

外気からの熱回収により除湿後のレヒート（再熱）に温熱源が不要。快適性と省エネルギー性を両立させた方式である。

(2) 潜熱顕熱分離空調方式

デュアルコイル型空気調和機 (図7)

顕熱負荷と潜熱負荷を別々に処理して、部分

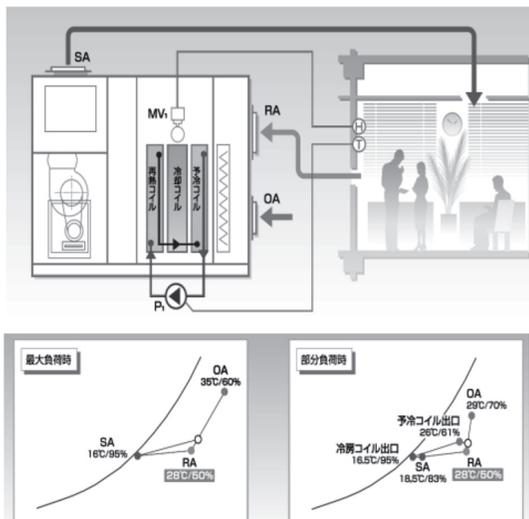


図6 COIL TO COILレヒート型空気調和機

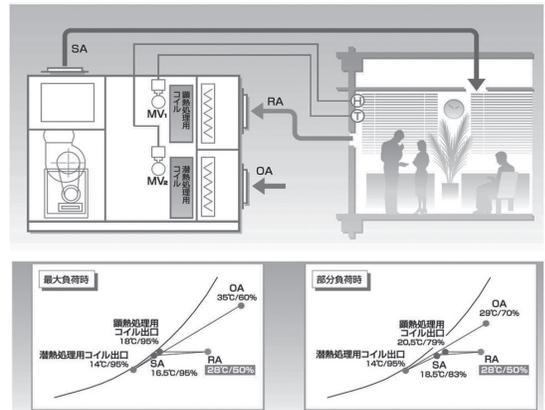


図7 デュアルコイル型空気調和機

負荷時の快適性向上を目的とした方式である。

(3) コイルバイパス方式

コイルバイパス型空気調和機 (図8)

コイルで除湿した空気とバイパスした空気の混合により、省エネルギー性とともにも快適性向上を目的とした方式である。

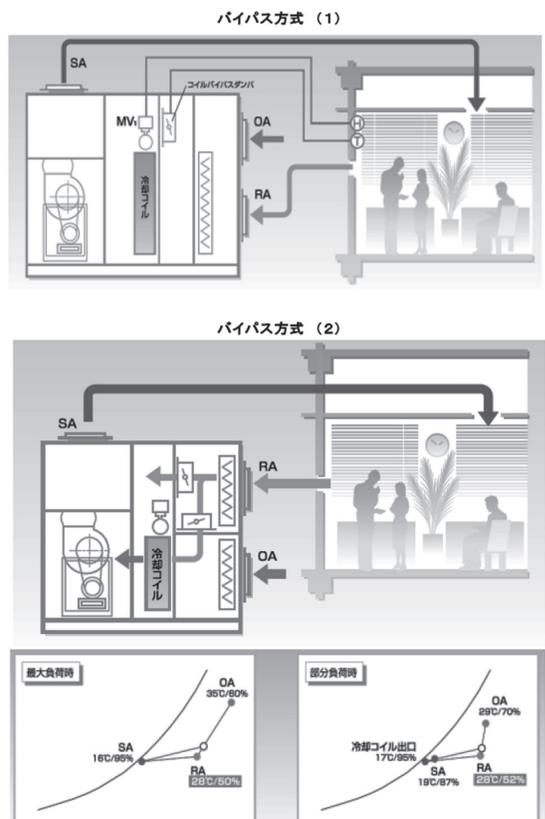


図8 コイルバイパス型空気調和機

(4) VAV方式

VAV空気調和機+VAV (図9)

部分負荷時にも除湿量を確保し、送風機搬送動力の低減が可能で、省エネルギー性が高い方式である。

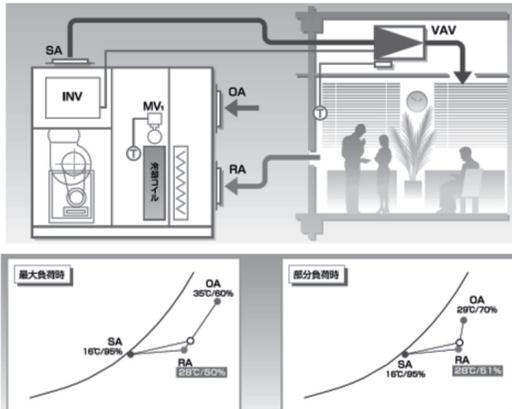


図9 VAV空気調和機+VAV

(5) デシカント方式

デシカント空気調和機 (図10)

除湿制御用のデシカント空気調和機を用い、高いレベルでの快適性を目的とした方式である。さらに、低温再生型デシカントロータの採用により、より高い省エネルギー性を実現することが可能である。

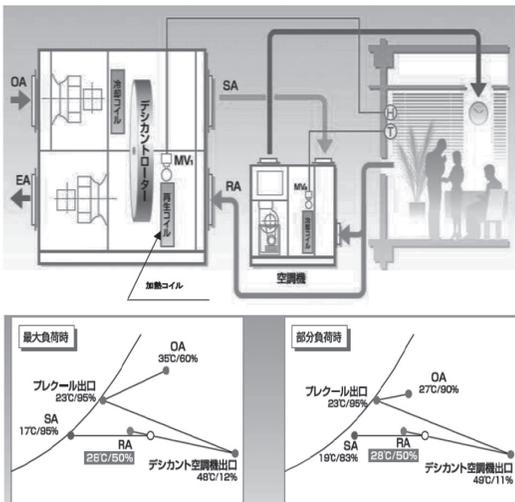


図10 デシカント空気調和機

(6) チルドビーム方式

チルドビーム (図11)

中温冷水 (16~21°C程度) を活用する顕熱処理空気調和器 (チルドビーム) とデシカント空気調和機の潜熱処理との組み合わせにより、一層の高効率潜顕分離システムが実現する。

送風機がなく、自然対流や放射効果により、ドラフトや騒音が小さいため、身体への負担を軽減する新しい空調方式である。

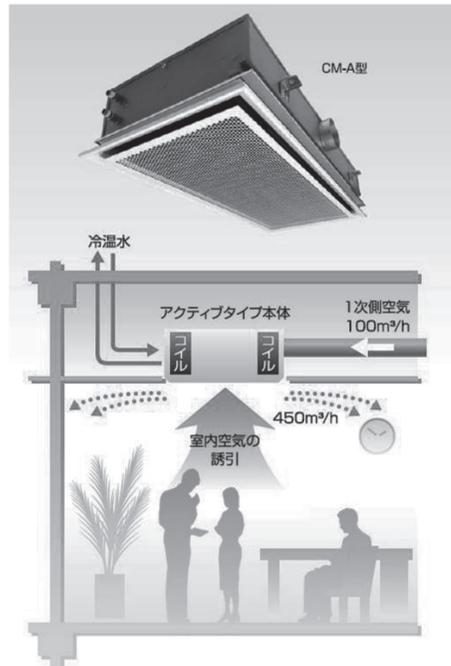


図11 チルドビーム (アクティブタイプ)

おわりに

本稿では、高効率で省エネルギー性の高い構成機器と、省エネルギー性と快適性の両立した空調システムを紹介した。これらの最新の機器、空調システムを運用することにより、脱炭素に向けた環境に貢献できると考えられる。

【筆者紹介】

朝田 満

新晃工業(株) 技術本部 研究開発部 部付部長