

# 空気調和・衛生設備の 基礎知識技術研修会（名古屋）

## テーマ 空気調和設備の方式

	テキスト
• 空気調和システム	P. 97 ~ 116
• パッケージ型空調システム	P.117 ~ 123
• 排煙設備	P.130 ~ 133

2025年 10月 15日

清水建設(株) 名古屋支店 染谷 孟行

# 2.6 空気調和システム（中央方式）

## 熱源機器

冷房・暖房用の熱をつくる

冷熱源：ターボ冷凍機・吸収式冷凍機

温熱源：ボイラ

冷温熱源：チラー（空冷、水冷）

吸収式冷温水発生機

## 搬送機器

熱を利用する場所まで運ぶ

ポンプ（水搬送）

ファン（空気搬送）

## 空調機

熱を利用して冷暖房したり空気を浄化する

エアハン、ファンコイルユニット

## 自動制御機器

熱源機器、搬送機器、空調機を制御する

制御弁、温度計、圧力計、流量計

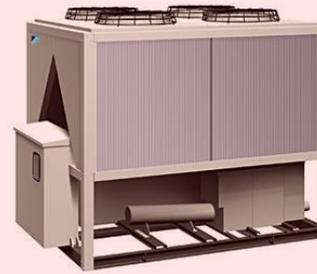
冷却・除湿・加熱・加湿・除じん・脱臭・気流・室内圧力  
などを空調設備機器を組み合わせることで

目的に応じた「空気環境」をつくりだす装置

# 熱源(冷却塔・ターボ冷凍機・チラー・ボイラー)



HC-Jt-F500QX-II



## 自動制御

## ポンプ・ファン



## 空調機・FCU



## 2.6.1 空調システム選定の考え方

### (1) 空調方式の選定要素

#### 1) 空調対象

「人」 または 「物」 (工場など)

#### 2) 空調方式の選定要素

「空気環境」

「ライフサイクルコスト」

「安全性」「信頼性」「柔軟性」

「制御性」

「外観」「スペース」「維持管理性」「施工性」

空調方式の選定は、“発注者の要求” “建物の特性”  
“ライフサイクルコスト” 等を勘案し、  
総合的に評価し決定する必要がある

# ■ 熱源・空調システム要因

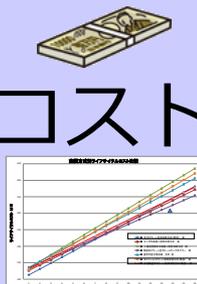
エネルギー



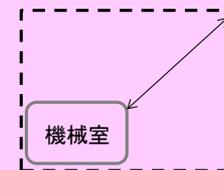
運用



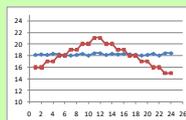
コスト



スペース



特性



# ■ エネルギー

買う



創る



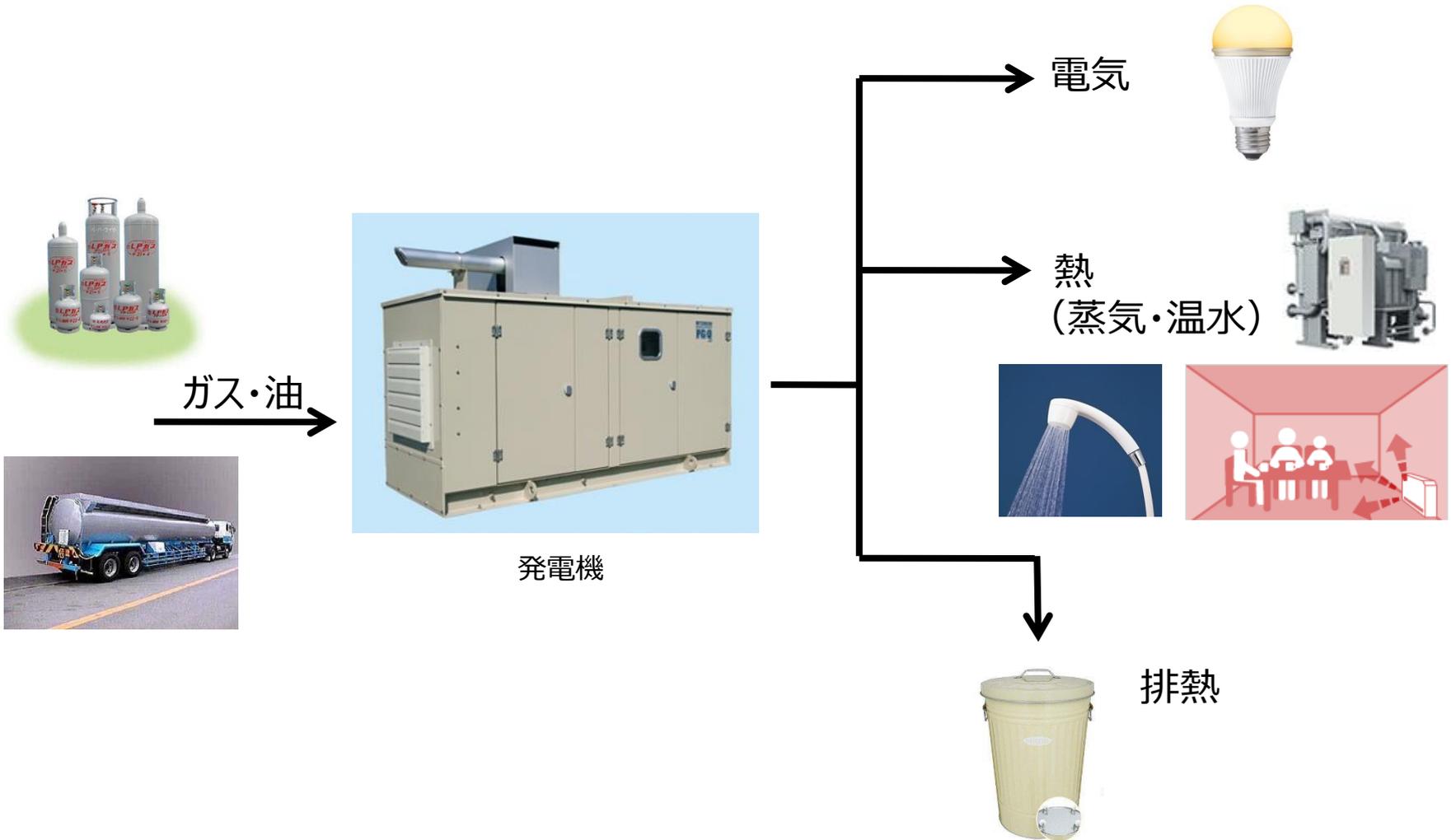
自然



# ■ エネルギー（買う）

	電気	ガス	油
イメージ		 	 
供給手段	電線	配管・ポンペ	ローリー（車）
単位発熱量	9.97MJ/kWh	45MJ/Nm <sup>3</sup>	39.1MJ/L
CO <sub>2</sub> 排出量	0.555 kg-CO <sub>2</sub> /kwh	2.28kg-CO <sub>2</sub> /Nm <sup>3</sup>	2.71kg-CO <sub>2</sub> /L
取扱	容易	中	難

# ■エネルギー（創る）



# ■ エネルギー（自然から熱を創る）

空気



フリークーリング  
熱交換器

地中熱

地中熱  
クール / ヒートチューブ



水

水冷  
井水利用



## ■ エネルギー（自然から電気を創る）

	太陽光	風力
イメージ		
発電能力	150W/m <sup>2</sup>	1.0kW（風車直径5m、風速7m/s時）
コスト	大	大
備考	近年導入事例が多い	風害に配慮する必要あり

# ■ 設備スペース

室外機、冷却塔、高架水槽、など

屋上設備  
スペース

天井設置機器



床置機器



屋外設備  
スペース

受水槽など

機械室

消火ポンプ  
床置機器など

埋設設備

浄化槽

オイルタンクなど

# ■ 特性（建物・負荷条件）

## 用途



- ・事務所
- ・工場
- ・クリーンルーム
- ・病院



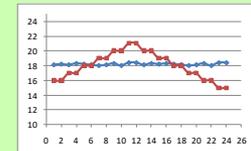
## 形状

- ・デザイン性
- ・外壁、ガラス面



## 条件

- ・10h / 24h
- ・一般 / 恒温・恒湿
- ・一般 / クリーンルーム



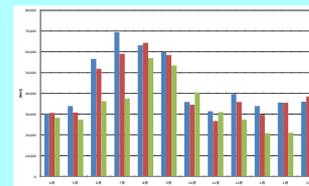
# ■ 運用

誰が？



信頼性  
安全性

管理



## ■ 運用（誰が）



一般の方



設備業者による  
保全・保守



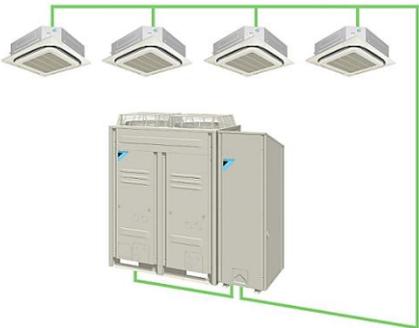
専属の管理者



# ■ 運用

	個別スイッチ	中央監視装置	自動制御盤
イメージ			
取扱者	誰でも	管理者	管理者
システム操作	容易	普通～複雑	普通～複雑
主なシステム	<b>個別PAC</b>	<b>セントラル熱源</b>	<b>セントラル熱源</b>

# ■ 空調システム比較

	個別 PAC	セントラル熱源 ターボ・冷温水発生機
イメージ		 <p>ポンプ</p> <p>ターボ冷凍機</p> <p>冷却塔</p>
システム操作	単純	複雑
コスト	安価	高価

## ■ セントラル熱源における空調システム

	FCU	AHU	輻射
イメージ			
受持容量範囲	小	中～大	小～中
応答・制御性	良 ○	良 ◎	劣 △
環境性	○	◎	◎
コスト	小	中	大

## (2) 空調ゾーニングと熱負荷受持の考え方

空調ゾーニングとは・・・

建物内をいくつかの区域（ゾーン）に分けてそれぞれ別の空調システムとすること

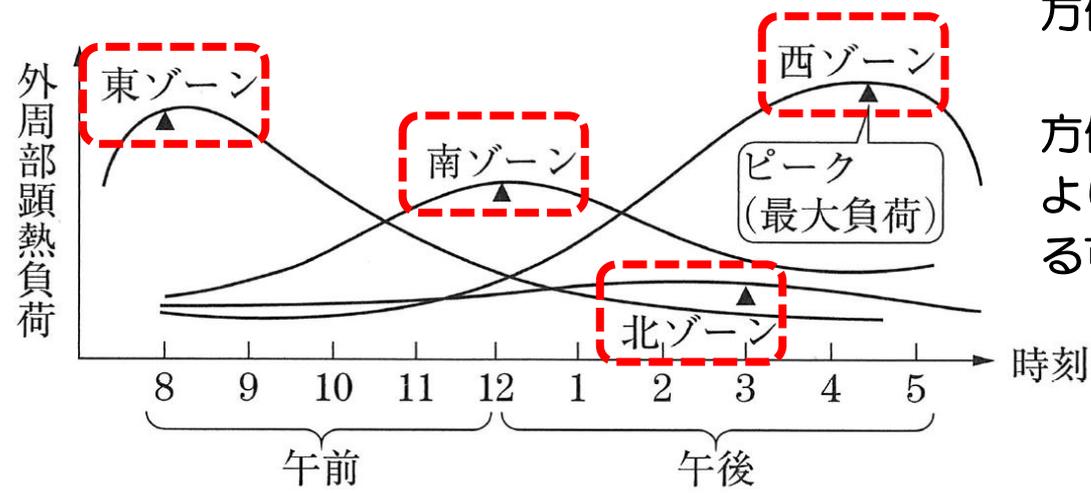
一般的なゾーニングの例

- ①方位別ゾーニング 「外部に面する方位」
- ②用途別ゾーニング 「室内環境条件（温湿度、清浄度など）」  
「空調運転時間帯」

方位別ゾーニング図



## (2) 空調ゾーニングと熱負荷受持の考え方



方位により熱負荷のピーク時間は異なる

方位等のゾーニングをしないと時間帯により「暑い」「寒い」のクレームに繋がる可能性がある

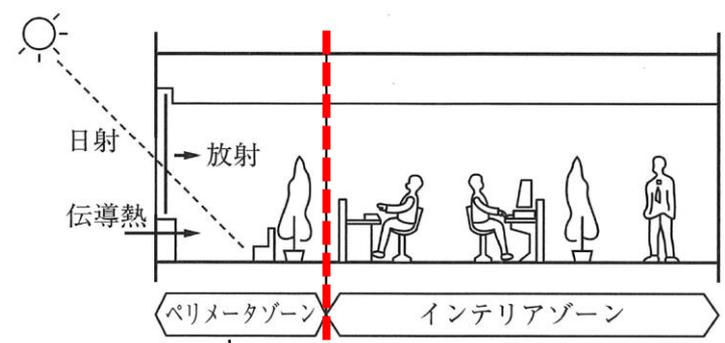
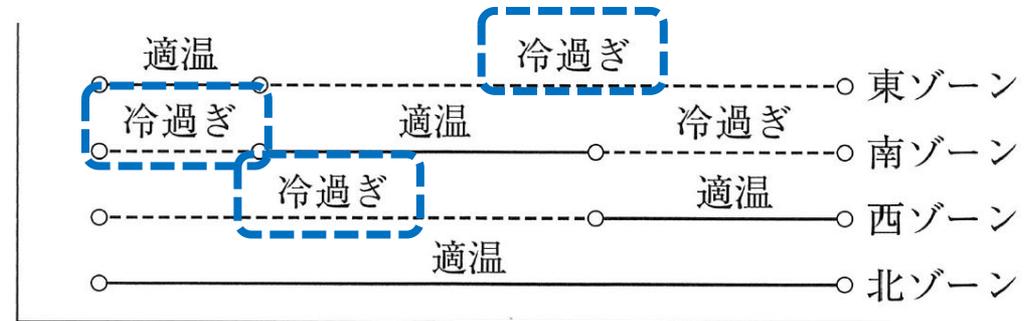


図 2.6-2 ペリメータゾーンとインテリアゾーン\*1

一般的に窓際から 3m程度で想定

図 2.6-1 ペリメータのゾーニングと方位別冷房負荷の例

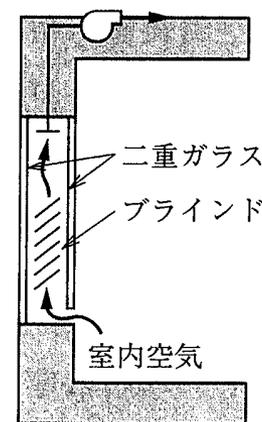
# ペリメータレス手法

ペリメータレスとは

建物方位別ペリメータ部分の、**外界による影響を緩和させること**  
(窓部分の高断熱化及び日射遮へい)

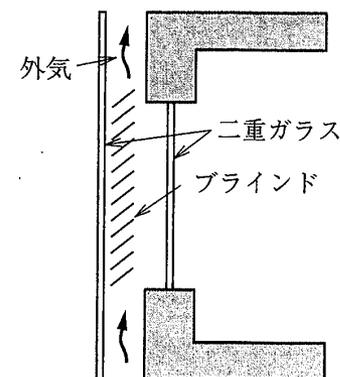
## 1) エアフローウィンドウ

ある程度の間隔を有する2枚の  
ガラスと、その間に設置した  
ブラインドで構成される窓の中を、  
**室内空気を下から通して上から  
吸い出す方式**



## 2) ダブルスキン

**外皮を二重化** (ダブルスキン) し、  
その中の日射熱を下側から上側へ  
自然対流によって排出する方法



# 2.6.2 空調方式

## 熱負荷の要素

- ①建物外皮からの熱の出入りの処理 ペリメータ空調
- ②建物内部で発生する熱や汚染物質の処理 インテリア空調
- ③建物内部で必要とされる外気の処理 外気処理空調

空調設備は、この3つの要素を考慮した、目的に最適な方式を選択する

	熱搬送媒体による分類	方式名称	細分類
中央式	全空気方式	単一ダクト定風量 (CAV) 方式	ターミナルレヒート方式
		単一ダクト変風量 (VAV) 方式	
		二重ダクト方式	ペアダクト方式
	空気--水方式	ダクト併用ファンコイルユニット方式	二管式、四管式、 外調機、空調機
		放射冷暖房方式 (パネルエア方式)	
全水方式	ファンコイルユニット方式		
個別式	冷媒方式	ルームエアコンディショナ方式	空冷式
		ダクト併用パッケージ型空調方式	空冷式、水冷式
		マルチパッケージ型空調方式	空冷式、水冷式

# (1) 単一ダクト定風量(CAV)方式

最も基本的な空調方式で、**空調機の送風量を一定**

(**CAV:Constant Air Volume**)とし、対象室の負荷変動に対して**送風温度を変化させて制御する方式**

## 長所

- 常に送風量が一定なので、**安定した空気質**（外気導入量、清浄度）**や気流分布を確保できる**

## 短所

- 熱負荷傾向が異なる複数の部屋が混在する場合、全ての部屋を制御するのは困難

## 主な利用場所

- 負荷が比較的均一なインテリアゾーン
- 劇場、デパート、ホールなどの大空間

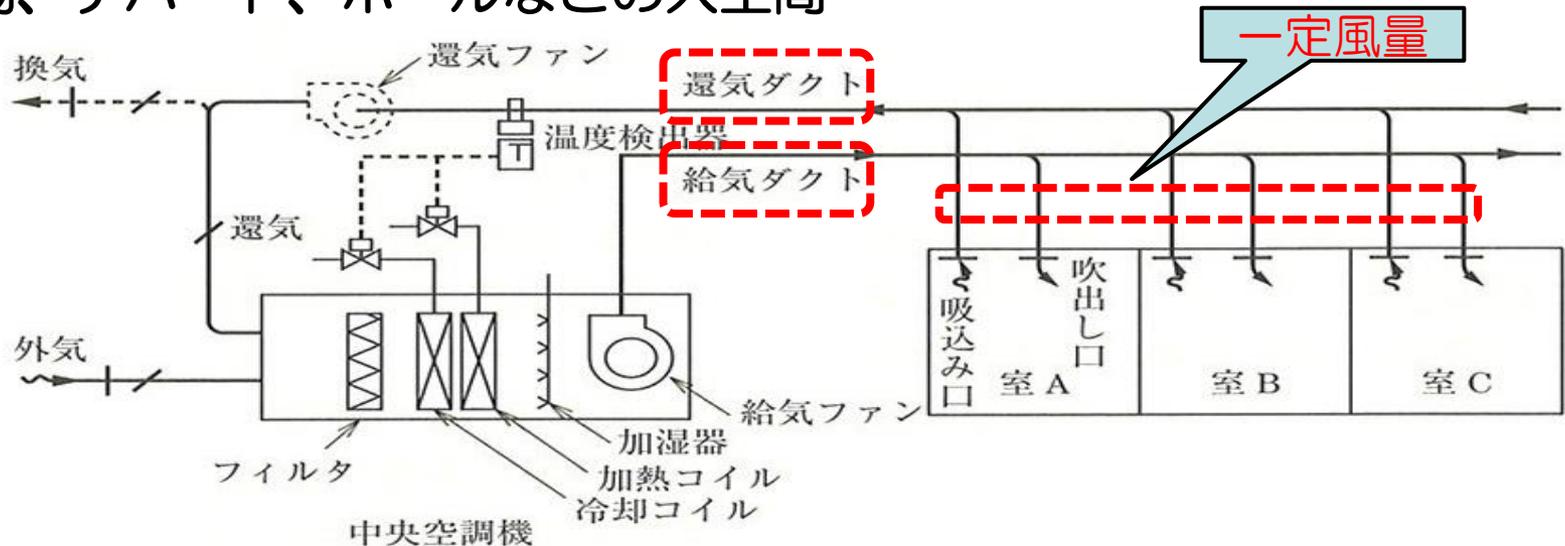


図2.6-4 定風量単一ダクト方式

## (2) 単一ダクト変風量(VAV)方式

空調機から送られてきた一定温度の空気を、各室内の負荷変動に応じて送風量を変化（VAV:Variable Air Volume）させて制御する方法で、系統毎に風量を変化させる為に変風量ユニット（VAV）と室内サーモを設置し制御する方式

### 長 所

- 変風量により搬送動力の低減が可能
- 使用しない系統の空調停止が可能
- 複数室の同時使用率を考慮することにより設備容量を小さくできる

### 短 所

- 安定した空気質（外気導入量、清浄度）の確保及び安定した気流分布の確保に問題あり

### 利用場所

- 比較的規模の大きな事務室など

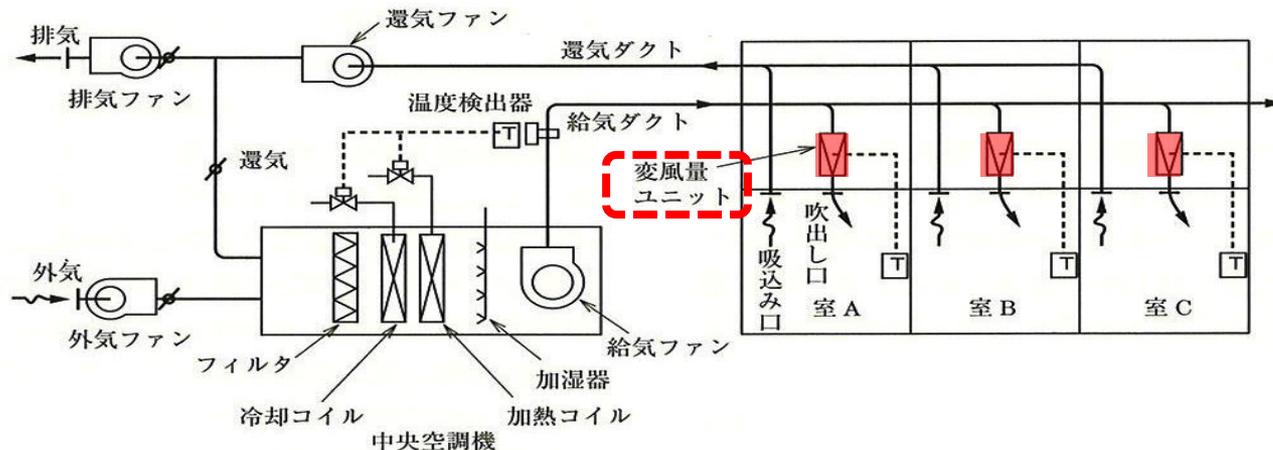


図2.6-5 変風量単一ダクト方式

### (3) ターミナルレヒート方式

空調機から送られてきた一定温度の空気をゾーンまたは室ごとに設けた室内サーモスタットとSAダクトに設置するレヒータ（再熱器）で所定の室温になるように制御する方式

#### 長 所

- 風量が一定で室温制御が加熱のみとなるので温度精度が高い

#### 短 所

- 冷房時には冷却と加熱が同時に行なわれる為省エネルギーでない

#### 利用場所

- 産業用空調
- 恒温恒湿空調

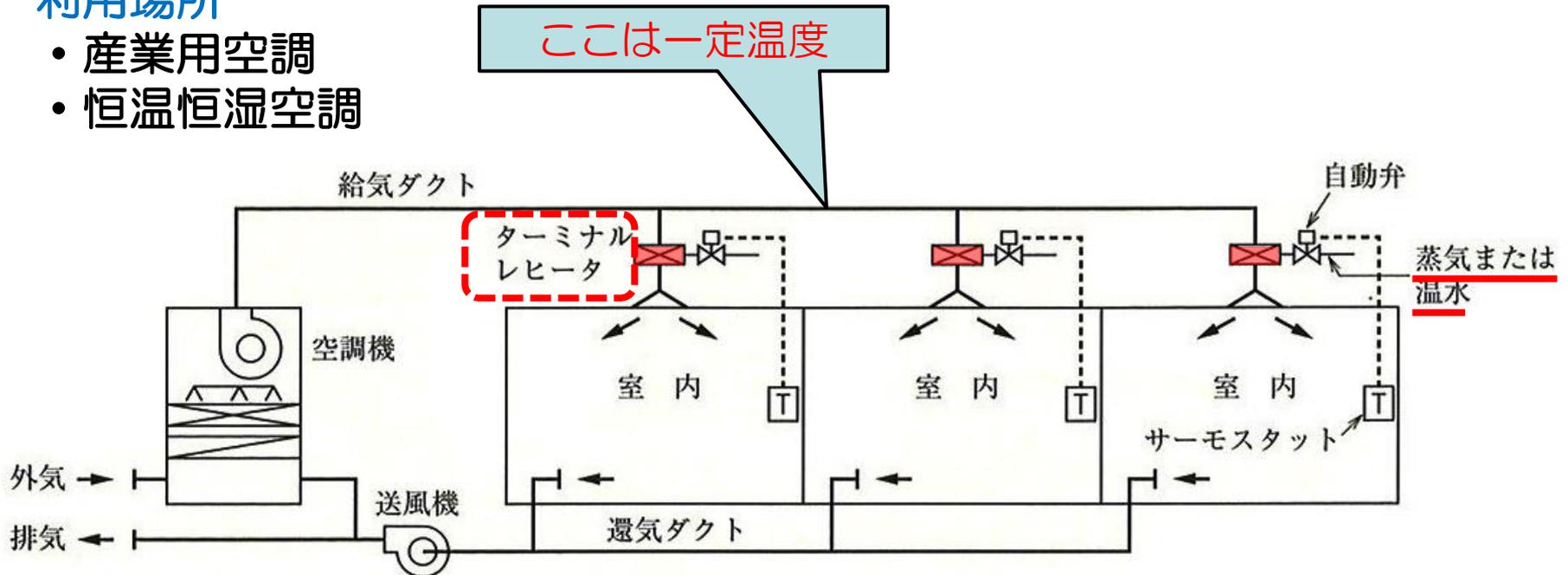


図2.6-6 ターミナルレヒート方式

## (4) 二重ダクト方式

中央の空調機で冷風と温風を同時につくり2本のダクトで送風し、各ゾーンまたは各室の負荷に応じ、混合ユニットで冷風と温風を混合し送風温度を変化させて室温を制御する方式

### 長所

- 個別の温度制御が可能  
冷房と暖房の混在が可能
- 定風量なので安定した空気質と  
気流分布が確保できる

### 短所

- 冷房時には冷却と加熱が  
同時に行なわれる為  
省エネルギーでない

### 利用場所

- 最近ではあまり採用されない

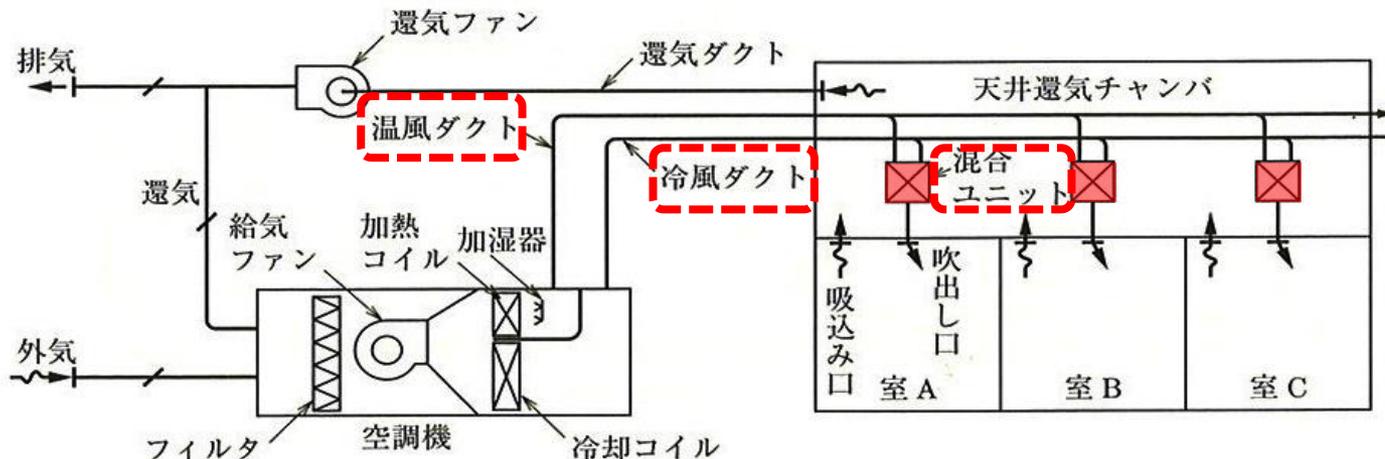


図2.6-7 二重ダクト方式\*

## (5) ペアダクト方式

単一ダクト定風量方式の外調機と、室内のOA機器発熱などの顕熱負荷を処理する単一ダクト変風量方式の空調機（冷却専用）を組み合わせ、2系統のダクトで送風する方式

### 長 所

- 変風量制御によりゾーン毎の温度制御が可能。
- 一定の外気量を供給できる為室内の空気質を確保できる。
- 冷温風の混合損失がない。

### 短 所

- ダクトスペースが大きく設備費が高い。
- 搬送動力が大きい。

### 利用場所

- ベース負荷（人・照明）がある事務所空間

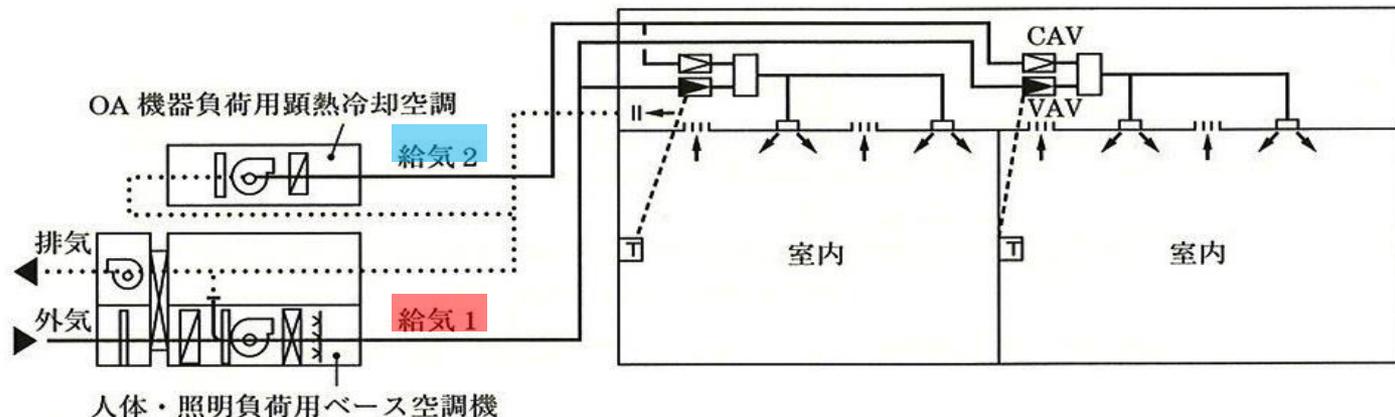


図2.6-8 ペアダクト方式

## (6) 床吹出し方式

事務所などで用いられるOA機器などの配線用二重床を給気チャンバとして利用し、その中に空調機からの空気を送風し、給気チャンバとして利用して、床吹出し・天井吸込みとするとする方式

### 長 所

- 天井高にかかわらず**効率的な居住域空調が可能**
- **気流（温度）分布が一様で快適**
- **ダクトが少ない為搬送動力が少ない**

### 短 所

- **小部屋の個別制御は難しい**
- 床からのドラフト感を少なくする為に吹出し温度差を小さくする必要あり。

### 利用場所

- 天井デザインに配慮したい事務所空間、天井高の高い居住空間
- 電算室

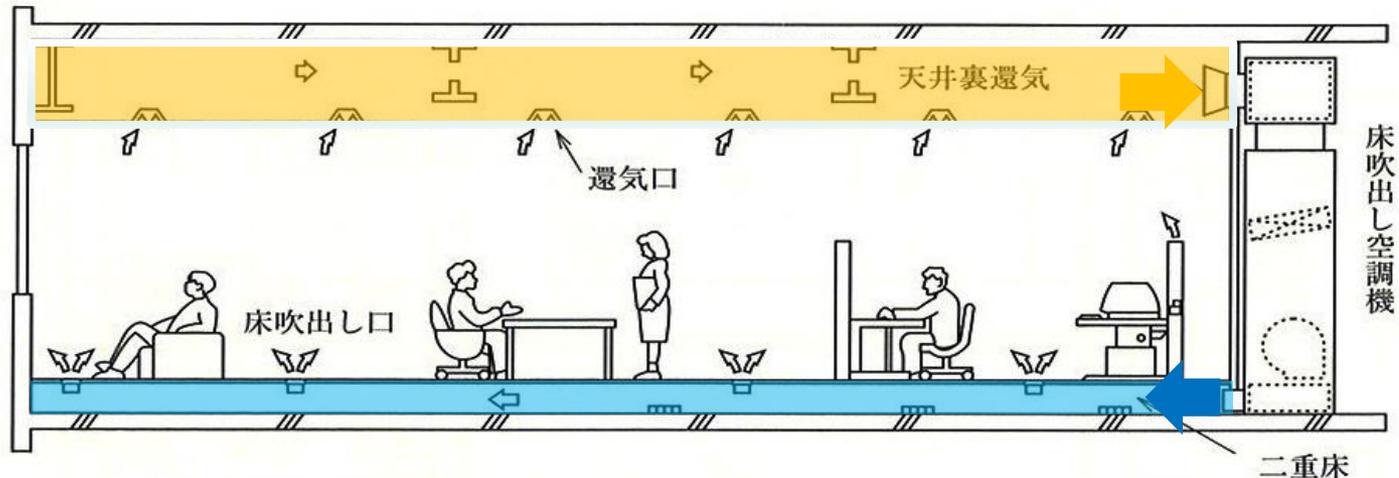


図2.6-9 床吹き出し方式\*

## (7) ファンコイルユニット方式

ファンコイルユニット（FCU）を各室に設置し、熱源装置から供給される冷水または温水で冷暖房する方式

- ダクト併用FCU方式
- 空調機＋外周部FCU方式
- 外調機＋FCU方式
- 全水方式 などがある

### 長 所

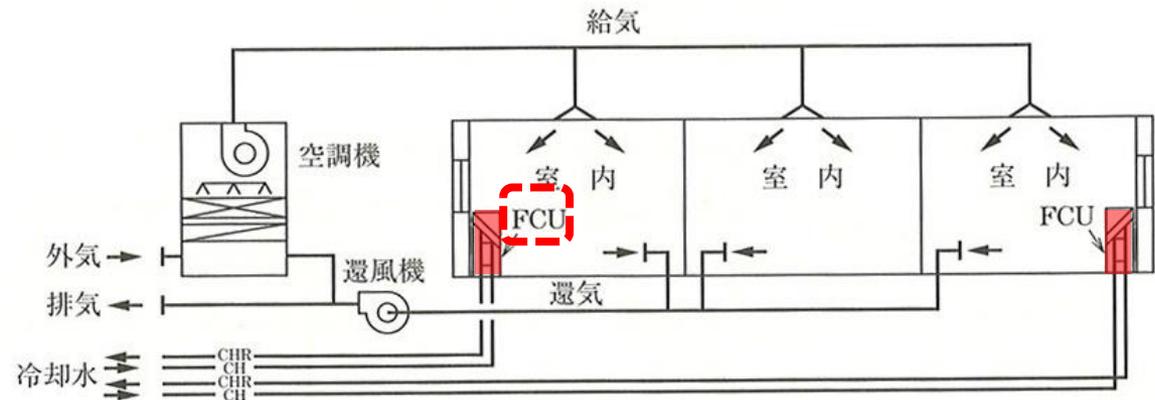
- 個別運転がしやすい
- 将来FCUの増設が比較的容易
- 配管ルートや長さに制限が比較的少なく自由度がある

### 短 所

- FCUのフィルタ清掃などメンテナンス箇所が増える
- 室内水配管からの漏水リスクがある

### 利用場所

- ホテルの客室、病院の病室など多数室の建物
- ペリメーター部分



(b) 空調機＋外周部FCU方式

図2.6-10 ダクト併用ファンコイルユニット方式（例）（水-空気方式）

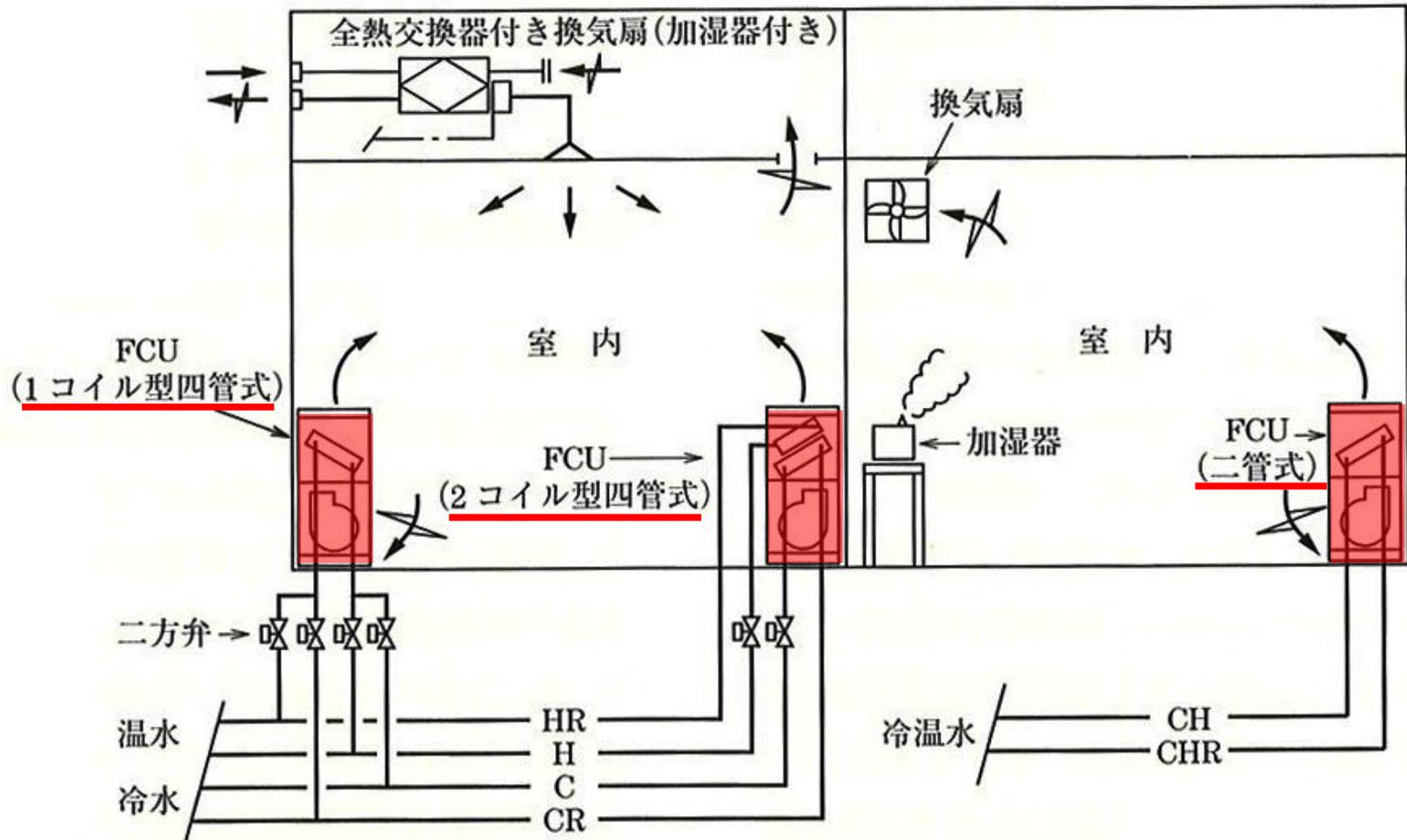


図2.6-11 ファンコイルユニット方式 (例) (水方式)

(単独に換気設備を設置し、室内設置のFCUに室内・外気負荷を持たせる方式)

## (8) 放射冷暖房方式

冷却及び加熱用の放射パネルを天井または床面に設置し、放射熱により空調する方式

### 長 所

- 暖房時の温熱環境が良好

### 短 所

- 冷房時に湿度を下げないと冷却面結露が発生しやすい
- 放射パネルだけでは湿度調整が困難

### 利用場所

- 高い快適性を求める場所

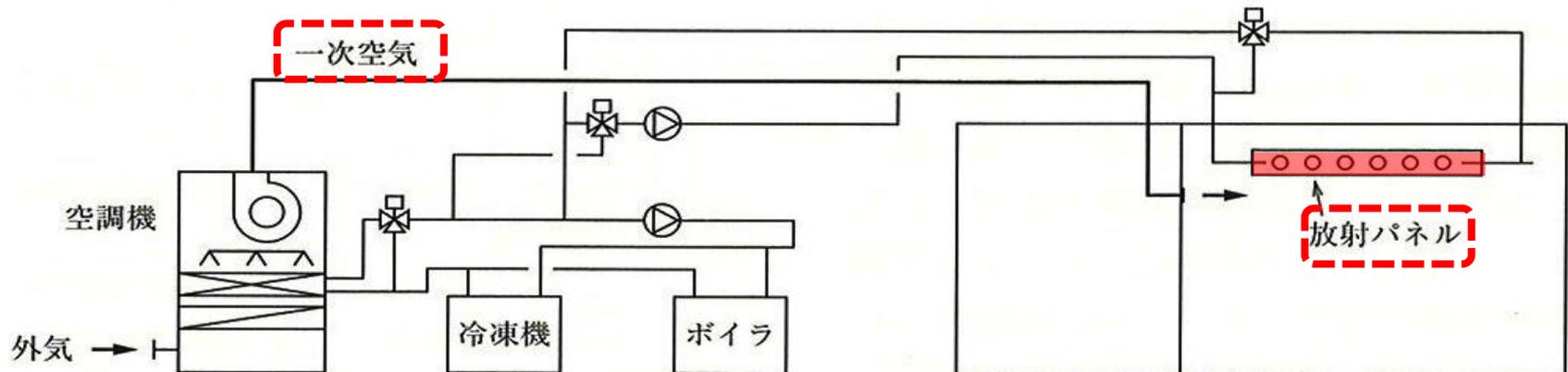


図2.6-14 放射冷暖房方式 (例) (ダクト併用)

## (9) 直接暖房方式 (a) 蒸気暖房

蒸気、温水、電気などの熱媒を部屋に設置した放熱器などに送り、直接室内を温める方式

### 長所

- 放熱器表面温度が高いため  
放熱面積が小さい
- 蒸発潜熱を利用するので単位熱量  
が大きく配管口径を小さくできる
- 蒸気圧力を利用して熱媒が移動  
するので搬送動力がいらぬ
- 装置全体の熱容量が小さいので  
予熱時間が短い

### 短所

- 放熱器表面温度が高いため  
室内上部、下部に温度差が  
発生し放熱ロスが大きい
- 蒸気ドレン配管が腐食しやすい
- 配管の勾配が適切でないと  
スチームハンマーが発生する
- やけどの恐れがある

### ■ スチームハンマーとは

凝縮水が適正に排出されず配管内に滞留し蒸気の流れを阻害するとともに、その量が限界を超え蒸気が持つ圧力で凝縮水を吹き飛ばし管壁や曲管部に衝突させて騒音や振動を間欠的に発生させる現象

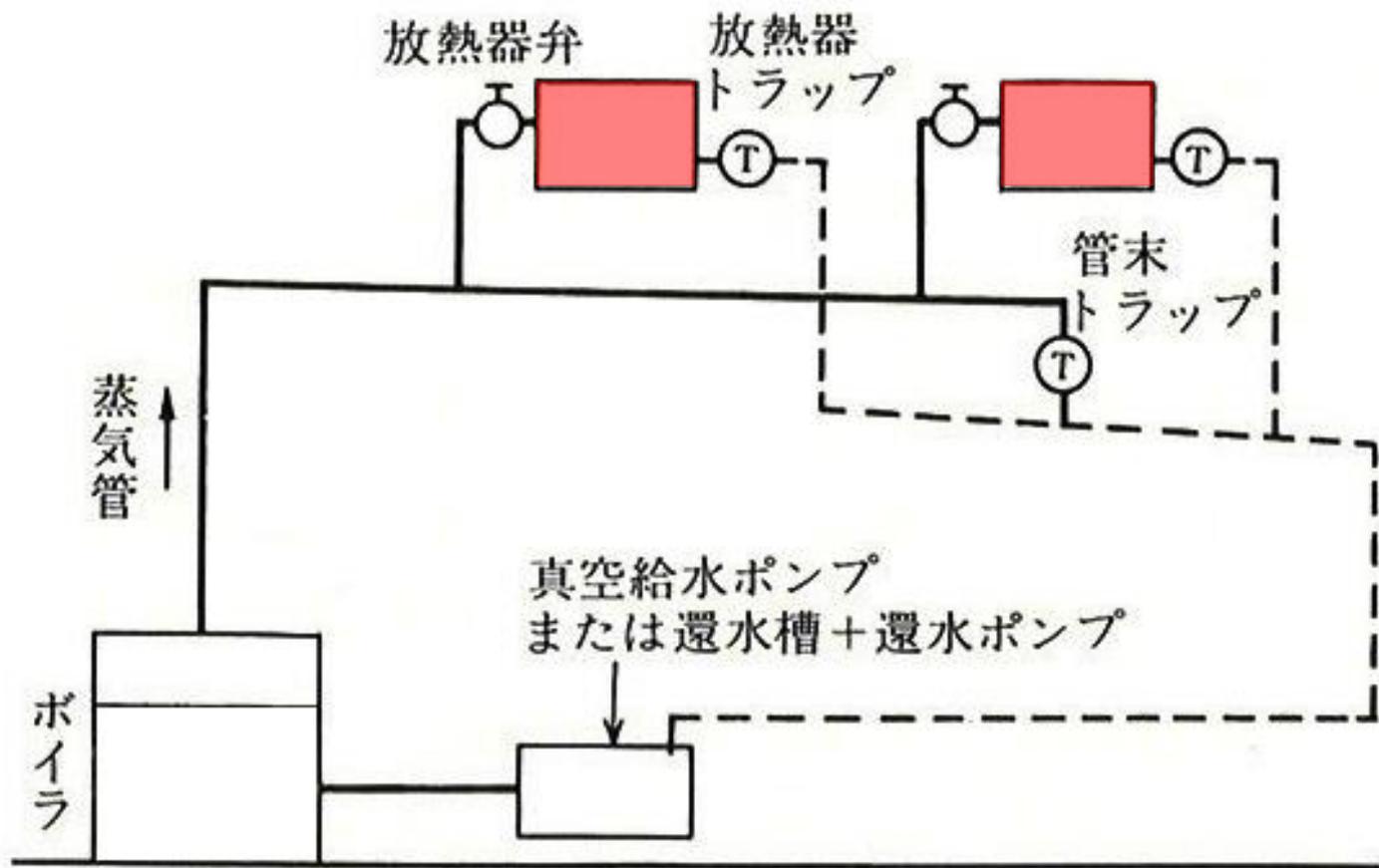


図2.6-15 低圧蒸気暖房方式\*2

## (b) 温水暖房

### 長 所

- 放熱器表面温度が高くないので室内上部、下部に温度差が発生しにくい
- 蒸気トラップがなく**保守が容易**

### 短 所

- 放熱器表面温度が高くないので放熱面積が大きい
- 水温差を利用するので単位熱量が小さく配管口径が大きくなる
- 一般的に温水**搬送動力が必要**
- 装置全体の熱容量が大きいので**予熱時間が長い**

## (c) 高温水暖房

大気圧でなく加圧した状態で水を加熱すると水の沸点は上昇し100℃以上の温水を作ることができる

**温水行き管温度を120~180℃**とし、温水温度差を大きく利用することにより**温水流量の減少、搬送動力の低減、配管口径の縮小**をはかる方式

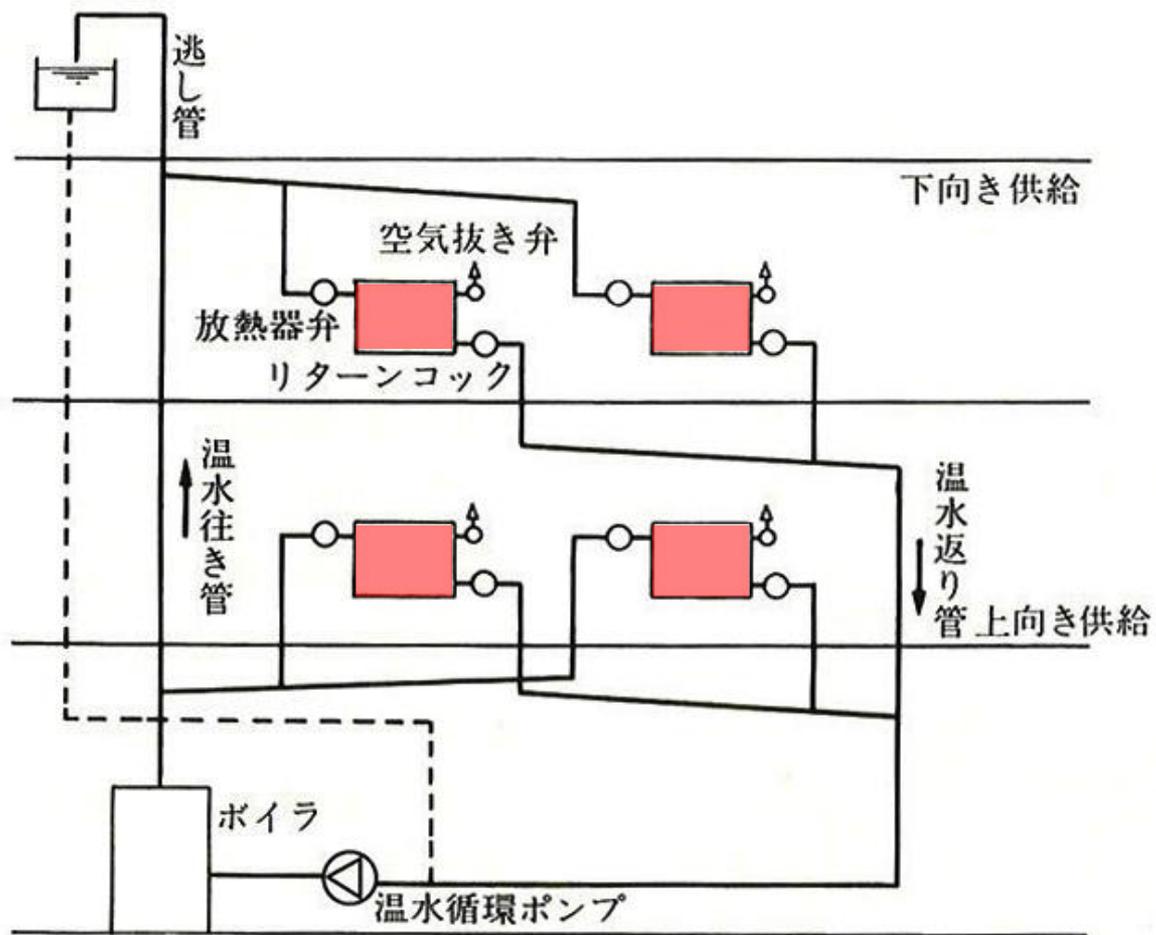


図2.6-17 温水暖房方式\*

# 演習問題 1

空調方式に関する次の記述のうち、最も不適当なものどれか？

- (a) 床吹出し空調方式は、冷房時18～19℃程度の給気温度のため、夏期においては別に除湿を行なうための工夫が必要とされる
- (b) ファンコイルユニットの配管方式のうち、四管式は冷暖房同時運転が可能で、室内温熱環境の制御性に優れている
- (c) 単一ダクト変風量（VAV）方式は、同一の空調系統に冷房負荷と暖房負荷が混在した場合でも対応できる
- (d) ターミナルレヒート方式は冷房時に冷却と加熱が同時に行われるため省エネルギーの観点では好ましくない

# 演習問題 2

空調・暖房方式に関する次の記述のうち、最も不適当なものどれか？

- (a) 単一ダクト定風量方式では、多室空調の場合にも各室サーモスタットを設置することにより、各室の負荷変動に個別に対応できる
- (b) 単一ダクト変風量方式は、負荷の減少に比例させて送風量を絞るだけでは、在室人員に対する必要換気量の確保の問題などが発生するため、一般的に最小送風量を定めている
- (c) ダクト併用ファンコイルユニット方式は、個別対応に優れているが、一般に併設するダクト系にて、必要外気量を確保しなければならない
- (e) 温水暖房方式は、蒸気暖房方式に比べて負荷変動に対する放熱量の制御は容易であるが、所要放熱面積が大きく、予熱にも時間がかかる

## 2.6.3 空調システムの構成機材

### (1) 空気調和機

送風機、冷却・加熱コイル、加湿器、エアフィルタをケーシング内に組み込んだもの

- 用途、形状による分類  
水平型、垂直型、天吊型、パッケージ型、電算空調用など
- 使用ファン  
プラグファン、シロッコファン、ターボファン
- 外装パネル  
ガルバニウム鋼板＋硬質発泡ウレタンフォーム  
＋ガルバニウム鋼板 が一般的

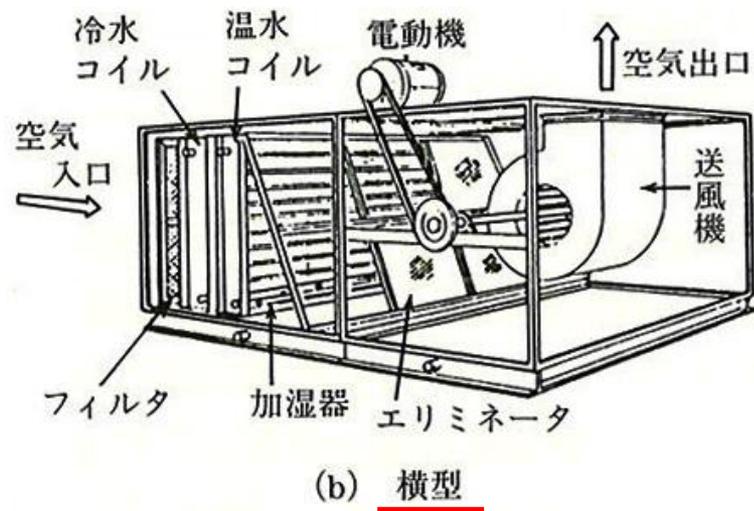
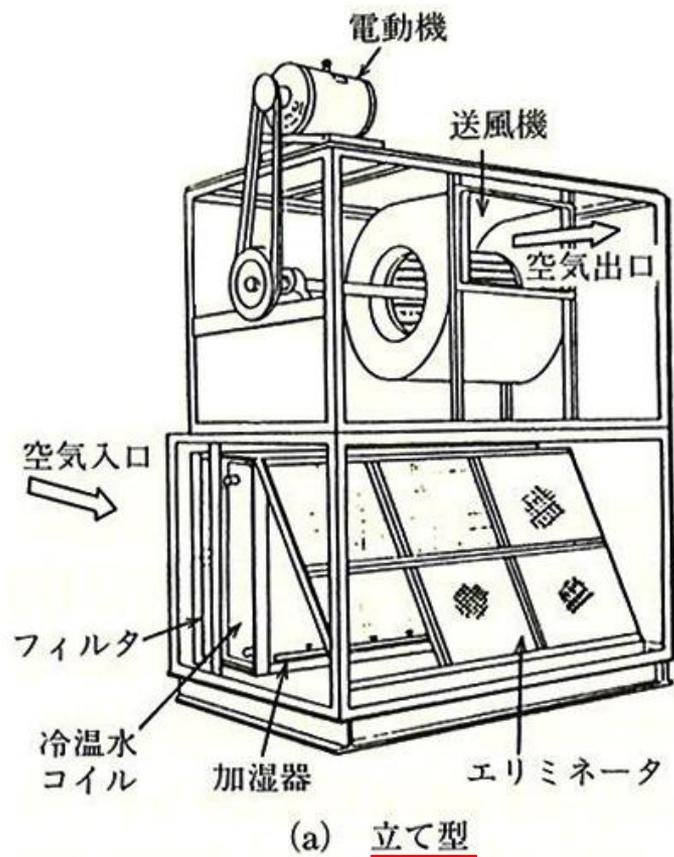


図2.6-20 空気調和機

## (a) 送風機

内部に取り付けた羽根車（インペラ）を回転させて空気に運動エネルギーを与え、圧力の低い所から高い所に送風するもの

### 送風機の分類方法

送風機の中を空気が流れる方向

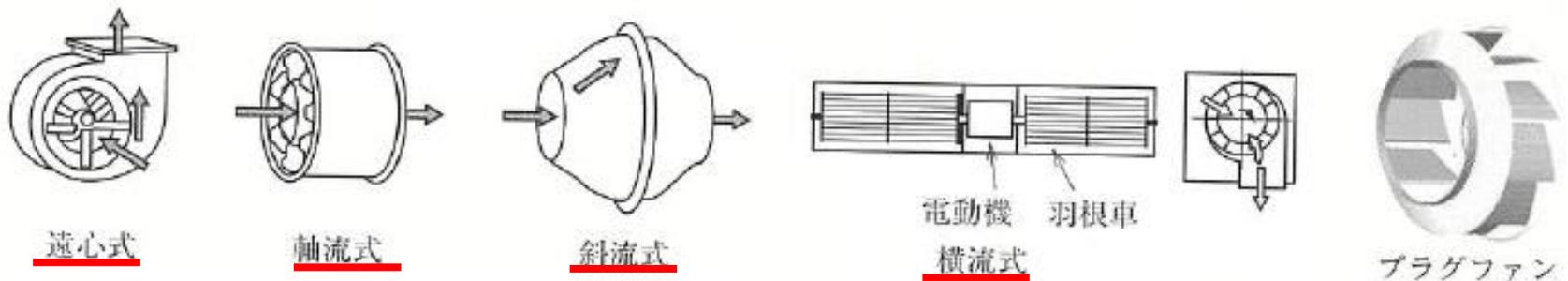


図 2.6-22 代表的な送風機の種類<sup>2</sup>

# 遠心式送風機の種類と特徴

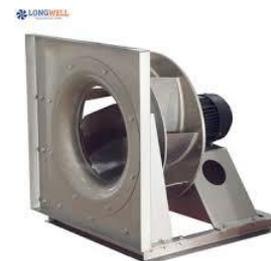
**シロッコファン**：遠心送風機のうち、回転方向に向かって前向きに湾曲した多数の短い羽根を羽根車に取付けたもの  
(多翼送風機)  
主に **1000Pa** 以下の低圧用に使用される



**ターボファン**：回転方向に向かって後ろ向きにわん曲した長くて数の少ない羽根をもつもの  
(後ろ向き羽根送風機)  
主に **800Pa** 以上の高圧用に使用される  
リミットロード特性がある



**プラグファン**：モータ直結でベルトが不要なため高効率な送風機  
空調機用の送風機として利用されることが多い  
リミットロード特性があるものが多い



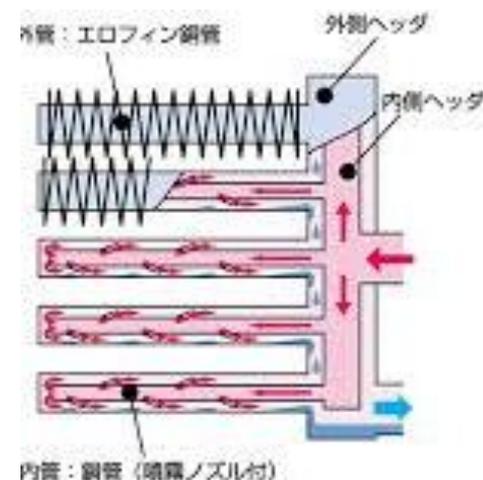
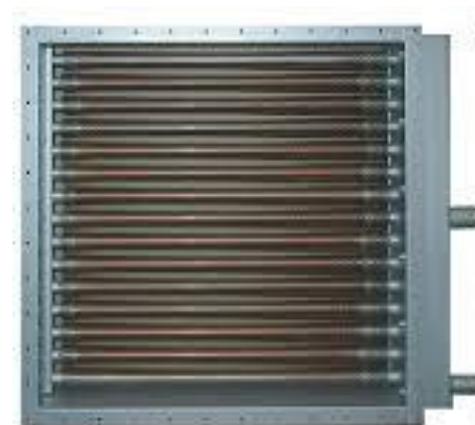
リミットロード特性とは

風量が過大になっても動力は一定値以上にならない特性

## (b) 冷却・加熱コイル

空気を冷却・減湿または加熱するための熱交換器である  
管を多数並べ、管の外側に空気に接触する伝熱面積を大きくして  
熱交換効率を良くするように平板状のフィン（ひれ）を取り付けた  
プレートフィンコイルが多く用いられている

	コイル名称	熱源
冷却コイル	冷水コイル	冷水
	ブラインコイル	ブライン
冷却・加熱コイル	冷温水コイル	冷温水
	直接膨張コイル	冷媒
加熱コイル	温水コイル	温水
	蒸気コイル	蒸気



## (2) ファンコイルユニット

送風機、冷却・加熱コイル、エアフィルタをケーシング内に組み込んだ小型の空調機

- 形状による分類

カセット型（2/4方向）、天井埋込ダクト型、床置型など  
大型カセット型（ショッピングセンターなどで設置）

- コイル設置状態による分類

2管式 冷/温水コイルの1コイルタイプ

4管式 冷水コイルと温水コイルの2コイルタイプ

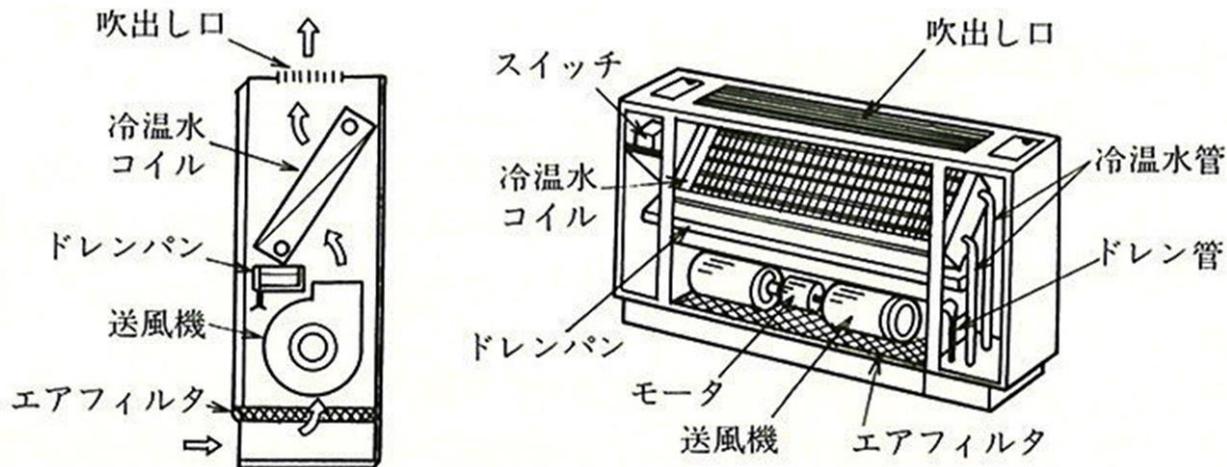


図2.6-25 ファンコイルユニット（床置型）\*

## (3) パッケージ空調機

### 1) 方式による分類

- **空冷式** 室外ユニットの排熱ファンによって熱交換するもの
- **水冷式** 冷却塔によって熱交換するもの 圧縮機は室内に設置

### 2) 圧縮機駆動エネルギーによる分類

- **EHP** 電気によって圧縮機を運転するもの
- **GHP** 都市ガス、プロパンガスによって圧縮機を運転するもの

### 3) タイプによる分類

- **家庭用エアコン** 家電リサイクル法対象製品 その他は業務用
- **店舗用エアコン** 比較的小容量のエアコン
- **マルチエアコン** 室外ユニット1台に複数台 5.0HP~  
の室内ユニットを組み合わせる
- **設備用エアコン** 基本的に室内、室外ユニット 5.0HP~  
を1対1で組み合わせる  
一般用、中温用、電算用、恒温恒湿用など

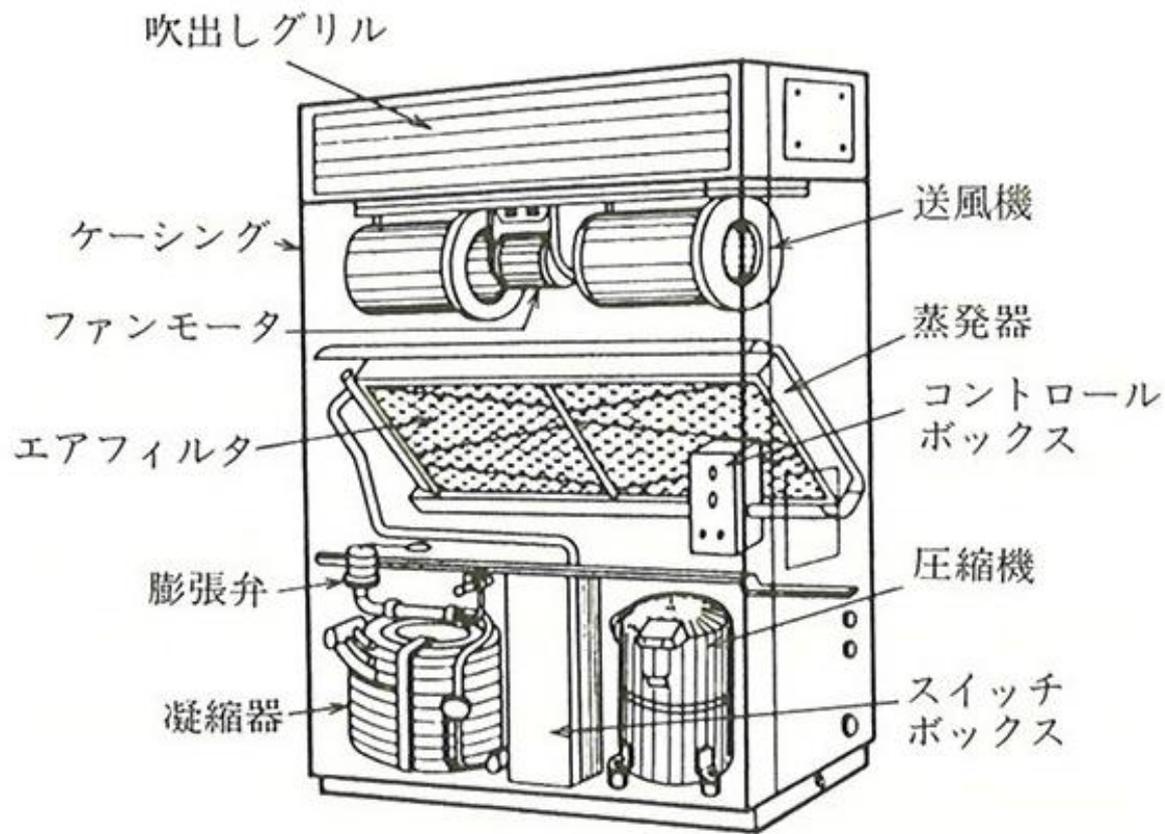
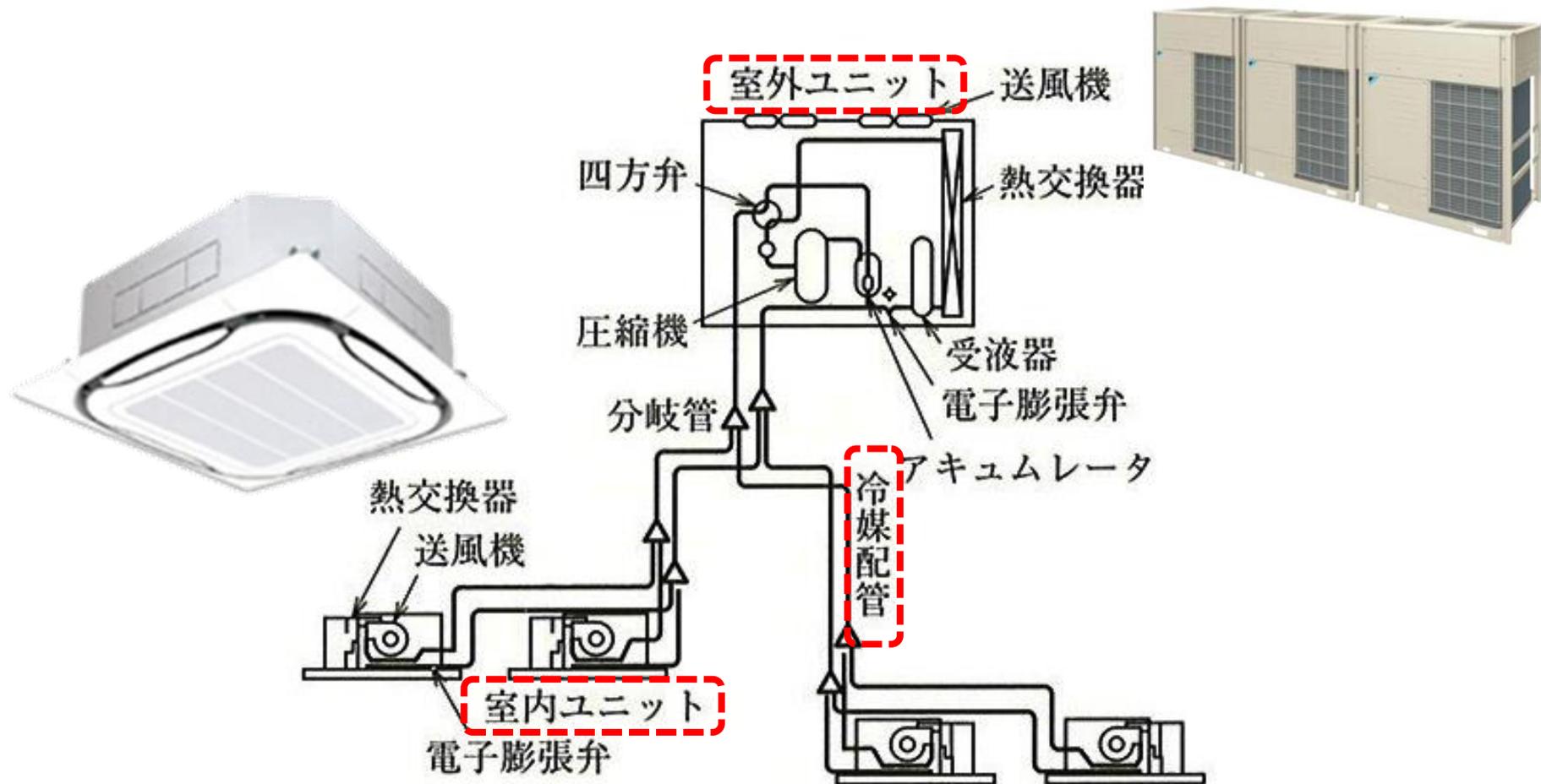


図2.6-26 パッケージ型空調機 (空冷式)\*

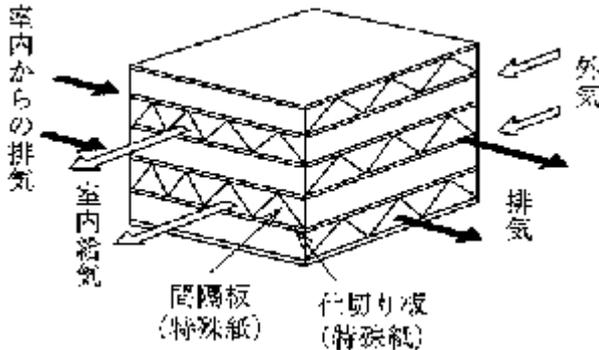
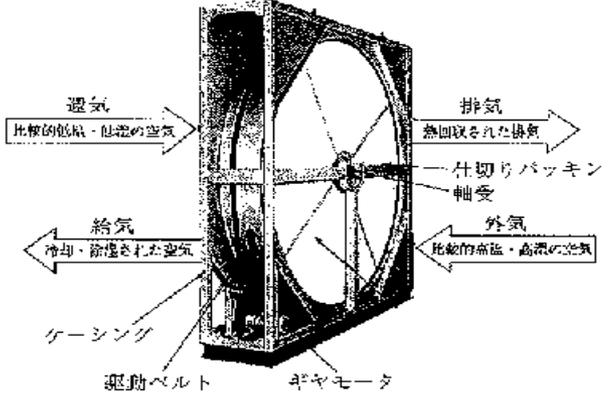


〔注〕 主な回路のみを示す。

図2.6-28 マルチパッケージ型空調機

## (4) 全熱交換器

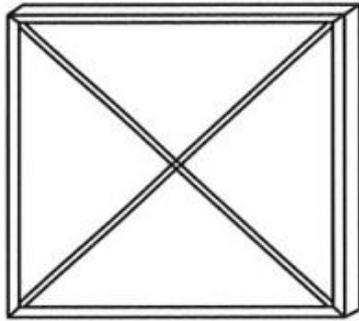
空調された室内空気の排気に含まれる熱を回収して、室内に供給する外気に与える、空気と空気の熱交換器

	静止型（透過式）	回転型（吸熱再生式）
構造	ハニカム多層エレメント	ケーシング+ハニカムロータ+モータ
熱交換部材質	特殊加工紙	アルミニウムシート+吸湿材
空気漏れ	排気と外気が仕切られているため少ない	排気と外気が仕切られていないため <b>静止型に比べて多い</b>
処理風量	～10,000CMH	～50,000CMH
概略図		

## (5) 空気清浄器

空気中の塵埃を除去して清浄化するもので、空調機内冷却・加熱コイルの上流側（流入手前側）に設置しコイルや送風機に塵埃が付着して性能低下しないようにするもの

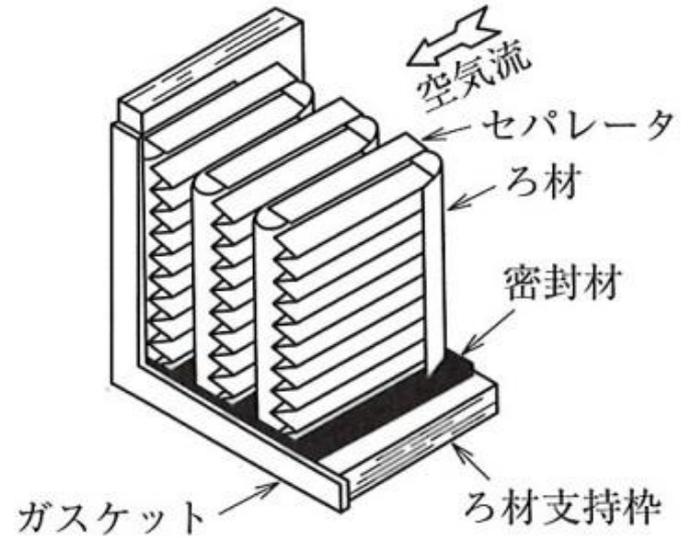
- 集塵方法による分類 : **ろ過式フィルタ** と **静電式電気集塵器**
- フィルタ性能による分類 :
  - 粗塵（プレ）フィルタ** パネル式、ロール式
  - 中性能フィルタ** 一般用、海塩除去用、脱臭用など
  - 高性能フィルタ** HEPA、ULPAなど  
high-efficiency particulate air filter
- 再利用の可否による分類 :
  - 清掃により再利用可能なもの（プレフィルタ主体）
  - 再利用不可能なもの



パネル型



自動巻取り型



ユニット型

図 2.6-31 エアフィルタの例\*



VT



# エアフィルタの試験方法

試験名称	対象フィルタ	試験方法
質量法 (重量法)	プレフィルタ	フィルタ上下流の粉塵質量を計量し、 次式によって補修効率を求める 補修効率 (%) = $\frac{\text{フィルタ補修された粉塵質量}}{\text{フィルタ補修された粉塵質量} + \text{下流側粉塵質量}} \times 100$
比色法	中性能 フィルタ	フィルタ上下流の粒子濃度を光散乱積算計 (デジタル粉塵計) で計測し、次式によって 補修効率を求める 補修効率 (%) = $(1 - \text{下流側粒子濃度}) \div \text{上流側粒子濃度} \times 100$
計数法	高性能 フィルタ HEPA・ ULPA	フィルタ上下流の粒子個数をパーティクルカウン タで計測し、次式によって補修効率を求める 補修効率 (%) = $(1 - \text{下流側粒子個数}) \div \text{上流側粒子個数} \times 100$

## (6) 加湿器

加湿要素	方式名称及び概要	
水	水噴霧式	水スプレー式、超音波式など
	気化式	濡らした加湿素子に空気を接触させて蒸発させる方法や、セラミックペーパーなどに水を滴下させる方式、水を通さず水蒸気のみを透過する透湿膜を利用する方式などがある
	二流体噴霧式	水と圧縮空気を同時噴霧し微細な粒子が気化することによって加湿する
蒸気	蒸気噴霧式	ボイラ蒸気をノズルから噴霧する
	電極式	貯水槽内の電極に電圧をかけジュール熱により蒸気を発生させる
	電熱式	貯水した蒸気シリンダ内に設置したシーズヒーターにより蒸気を発生させる
	間接蒸気式	貯水槽内の加熱コイルにボイラ蒸気を供給し蒸気を発生させる

# (6) 各種加湿器の特徴

加湿方式	蒸気式加湿器				蒸気式加湿器		水霧式加湿器	
	滴下型蒸気式	電熱式	電熱式・間接蒸気式・電熱式	電熱式	スチームブレンダー	ハイスチーマー	超音波式・高圧スプレー式	高圧スプレー式
加湿原理	加湿器の稼働した加湿材に上部から給水し、水分を吸収させる。これに空筒状または加湿器有込ファンの気流を通過させる。水分は蒸気と熱交換して気化蒸気となり加湿する。	加湿器内の給水した蒸気シリングの電熱式を通過すると水中の不純物は運動を行い、この運動エネルギーは熱交換されて水自体が気化体となり蒸気発生する。蒸気は電熱管または本体のファンで送られ加湿する。	加湿器の加熱タンク内には加熱コイルが組み込まれ、これにボイラの蒸気（一次蒸気）を導入する。タンク内の水はコイルで加熱され間接的に加湿用二次蒸気発生する。発生した蒸気は電熱管または本体のファンで送られ加湿する。	加湿器の加熱タンクに組み込まれたヒートパイプにより、タンク内の水を直接加熱し蒸気発生する。発生した蒸気は電熱管または本体のファンで送られ加湿する。	加湿用に供給される蒸気を空筒状などの気流路内に均一に分散させて噴霧する立体的な蒸気噴霧装置。蒸気と気流の混合を早めて気化速度の均一化を図り、乾風の空気条件でも簡単に加湿する。	加湿用に供給される蒸気を減圧調整して空筒状などの気流路中に噴霧する。減圧機構（ドライチャンバー）と噴霧管は一体構造で、市販の加湿器と組み合わせて使用する。	加湿器の水噴霧時に超音波振動子が取り付けられ、水面に向けて超音波を振動することにより水を常流のまま直接蒸化する。霧は空筒状または加湿器有込ファンの気流により送られ加湿する。	小型ポンプと噴霧ノズルで構成される。ポンプで加圧した水をセロミック製ノズルの小孔から気流中に噴霧する。水粒子は蒸気との熱交換により蒸発加湿する。
使用区分	空筒状有込型 ダクト接続型 室内直接加湿型	空筒状有込型 室内直接加湿型	空筒状有込型	空筒状有込型 室内直接加湿型	空筒状有込型 ダクト接続型	空筒状有込型	空筒状有込型 室内直接加湿型	空筒状有込型
加湿原理図								
加湿性状	高湿度空気	間接蒸気	間接蒸気	間接蒸気	乾燥蒸気・間接蒸気	乾燥蒸気・間接蒸気	水粒子	水粒子
空気露点の上昇変化（露点上の動き）								
加湿能力(kg/h)	小～大容量まで設定	3～65	20～480	32～85	各種	10～160	0.4～18	25～125
加湿効率(%)	100	100	100	100	100	100	80～100	25～50
抑和効率(%)	～95	使用条件による	使用条件による	使用条件による	使用条件による	使用条件による	～50	～30
給水有効利用率(%)	30～70	75～90	75～90	85/95	使用条件による (蒸気供給)	使用条件による (蒸気供給)	80～100	25～50
制御特性	ON-OFF制御 可 比例制御 不可(対応型式あり) 制御性 ふつ	可 可 よい	可 可 よい	可 可 非常によい	可(蒸気供給源による) 可(蒸気供給源による) 蒸気供給源による	可(制御弁による) 可(制御弁による) 制御弁による	可 可 よい	可 不可 ふつ
給水水質 供給蒸気質	水道水同等(軟水は不適、一酸化炭素仕様が可)	水道水同等 (軟水/硬水不可)	軟水/一酸化炭素 (硬水仕様が可)	軟水/一酸化炭素	浄水蒸気	浄水蒸気	水道水同等/硬水	水道水同等
加湿の清浄度	よい	よい	よい	よい	供給蒸気による	供給蒸気による	水分蒸気後の粉じん防止に加湿器が必要	よい
蒸気吸引距離	不要	使用条件による	使用条件による	使用条件による	従来の機器方式に比較して大幅に改善	使用条件による	使用条件による	必要 (エアネーター費)
主要交換部品	加湿モジュール (約5,000時間)	蒸気シリング (約4,000時間)	加熱コイル (約38,000時間)	ヒートパイプ (約10,000時間)	なし	なし	超音波振動子 (約5,000時間)	ポンプ部品
消費電力(W/kg) (加湿量1kg当り)	低消費電力	約750	低消費電力	約780	0(蒸気供給)	0(蒸気供給)	80～100	20以下

## (7) ダクト及び付属品

### (a) ダクト

ダクトは風道とも呼ばれ、空気を搬送するための管であり以下のように分類される

目的	熱エネルギーの搬送	物質の搬送	
用途	空調ダクト	換気ダクト	排煙ダクト
形状	長方形ダクト（角ダクト）	円形ダクト（丸ダクト）	
材質	亜鉛めっき鋼板	ステンレス鋼板	硬質塩化ビニル板
	フレキシブルダクト	グラスウールダクト	

ダンパ名称	使用方法
VD 風量調整ダンパ	風量調整や流路の開閉に使用する
CD 逆流防止ダンパ	ダクトからの逆流を防止するために使用する
FD 防火ダンパ	火災時に自動的に閉鎖し、火災拡大を防止するために使用する
SD 防煙ダンパ	煙拡散を防止するために使用する

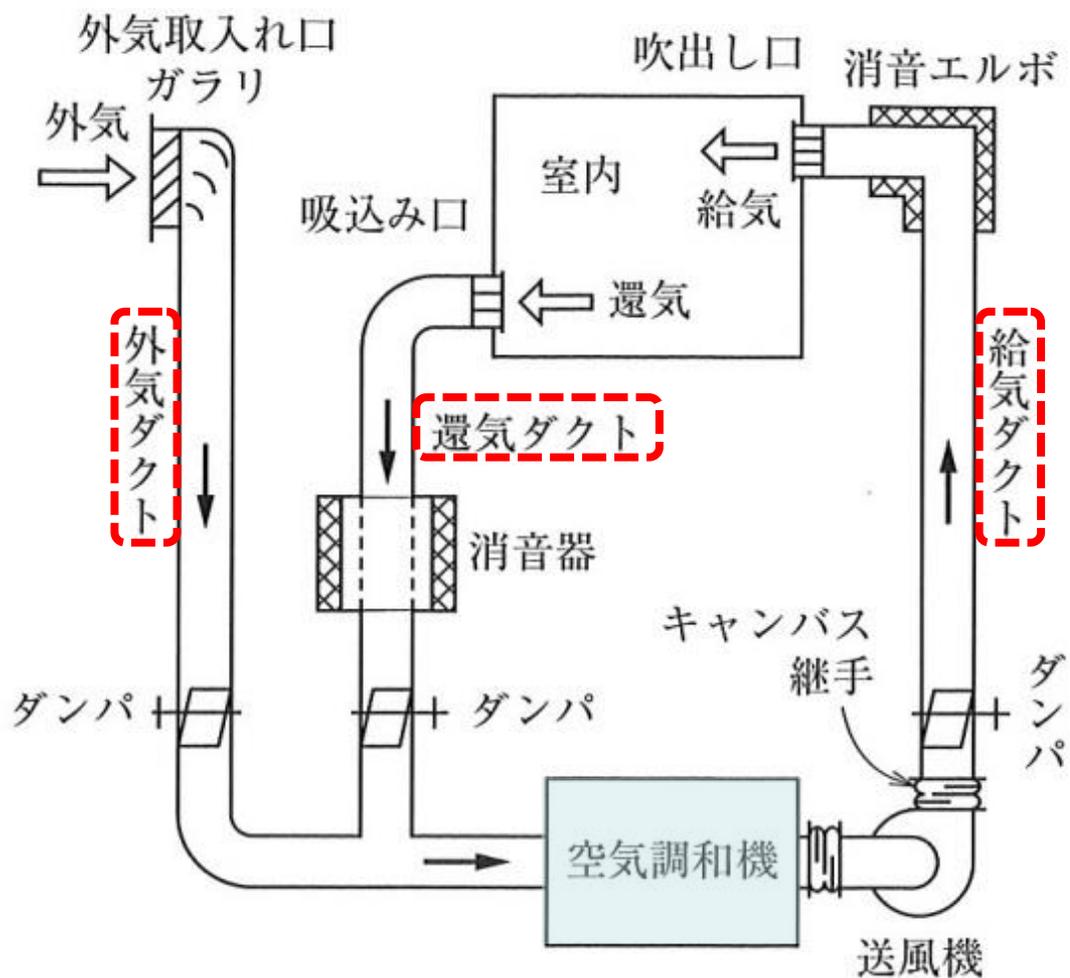


図 2.6-32 ダクト構成部材の例<sup>\*2</sup>

## (b) 吹出し口・吸込み口

## 1) 輻（ふく）流型吹出口

- 天井面などに取り付けられ、吹出し口の全周から放射状に吹き出すもの
- 吹出し気流が周囲の空気を誘引し混合して広がるので、吹出し空気温度の拡散性が良い

## 2) 軸流型吹出口

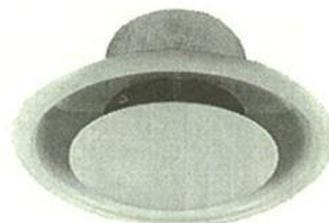
- 壁面や天井面に取り付けられ、一定の軸方向に気流を吹き出すもの
- 気流の広がり角が小さく、到達距離が長い

分類	種類	対象器具品番
輻流型	アネモ型	丸型C 2、角型E 2
	パン型	丸型CP、角型EP
軸流型	ノズル	NZ他
	パンカルーバ	PK
	グリル型	VHS、HS他
	ライン型	BL-S、D、T、K、CL

輻流型



(a) アネモ型

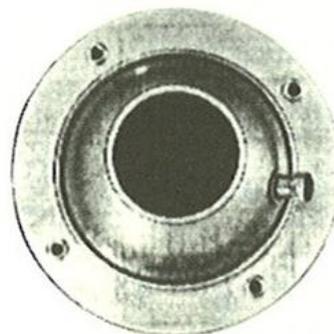


(b) パン型

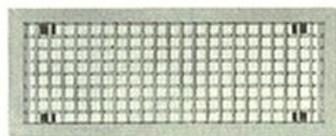
軸流型



(c) ノズル



(d) パンカーバ



(e) グリル型(VH型)



(f) ライン型

図2.6-33 各種吹出し口\*

## (c) 末端風量制御ユニット

空調ダクトの途中に設けて風量を制御する装置

- CAV (定風量) ユニット

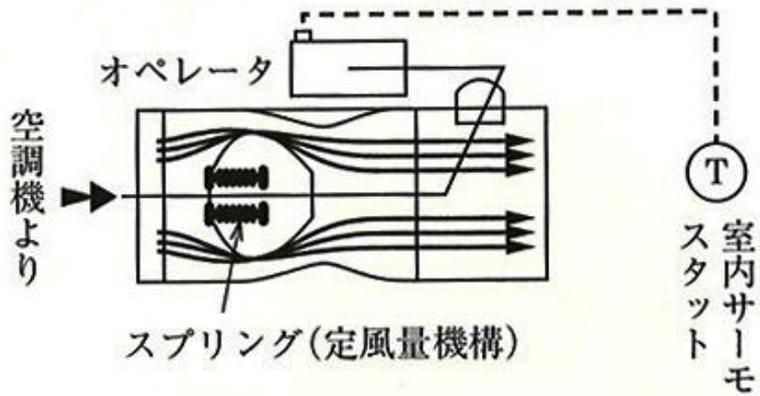
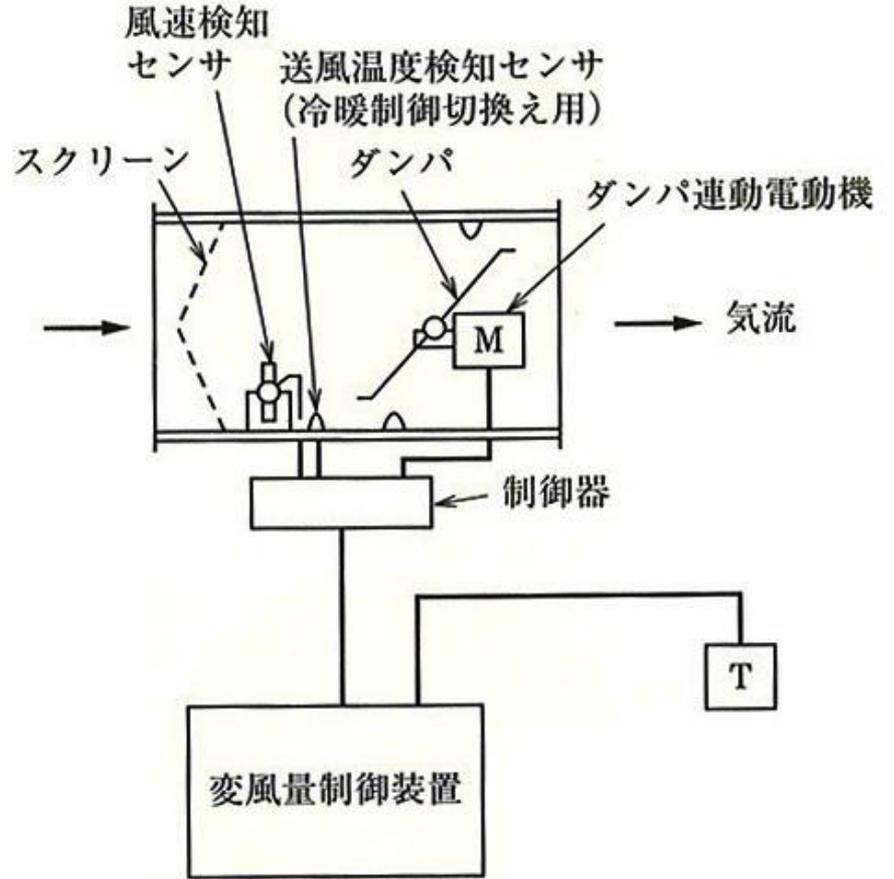
フィルター目詰まりなどにより送風機にかかる圧力損失が変化しても自動的に通過風量を一定に制御する装置  
スプリングを利用した機械式、モーターを利用した電気式がある

- VAV (変風量) ユニット

負荷変動、室圧変動などに応じて風量を制御する装置



協立エアテック カタログより



(a) 絞り型(スロット型)

(b) 絞り型(ダンパ型・風速センサ内蔵)

図2.6-34 VAV ユニット<sup>\*1</sup>

# 演習問題 3

空調用吹出し口に関する次の記述のうち、最も不適当なものはどれか？

- (イ) アネモ型は、誘引性・混合拡散性がよいため、吹出し温度差が大きくとれ、比較的大風量を処理でき、一般事務所でよく用いられている
- (ロ) スロット型は、ライン状吹出し口であるため窓に平行して設置し、ペリメータの負荷処理を行なう場合に適している
- (ハ) ユニバーサル型は、羽根角度により到達距離や降下度を調節できるため、壁・下がり天井側部からの吹出し方法に適している
- (ニ) ノズル型は、劇場やホールなどの大空間では広く用いられ、気流の広がり角が大きく、到達距離も長い
- (ホ) 床吹出し口は、居住域から吹き出すことになるので、拡散半径・到達距離などに十分注意する必要がある

## 2.7 パッケージ型空調システム

パッケージエアコンを利用して空調する方式で**一般空調では最も多く採用されている方式**である

室内ユニット・室外ユニット、配管、フィルターなどで構成される室内ユニットには熱源機器で作られた冷水や温水を通すのではなく**冷媒を利用して熱交換**させる

室内ユニットの冷却器には、冷媒を直接気化膨張させる**直膨コイル**が設置され、室外ユニットには一般的に圧縮機・放熱ファンが組み込まれている

### 長 所

- **個別運転、個別制御**が可能
- **設備費が安価**である
- 施工性が良い

### 短 所

- 室内ユニットの一部のタイプでは気流分布が良くない
- 冬期に加湿不足を発生しやすい
- **配管長さ**に制限がある
- **室内・外機の高差**に制限がある

# 2.7 パッケージ型空調システムの種類

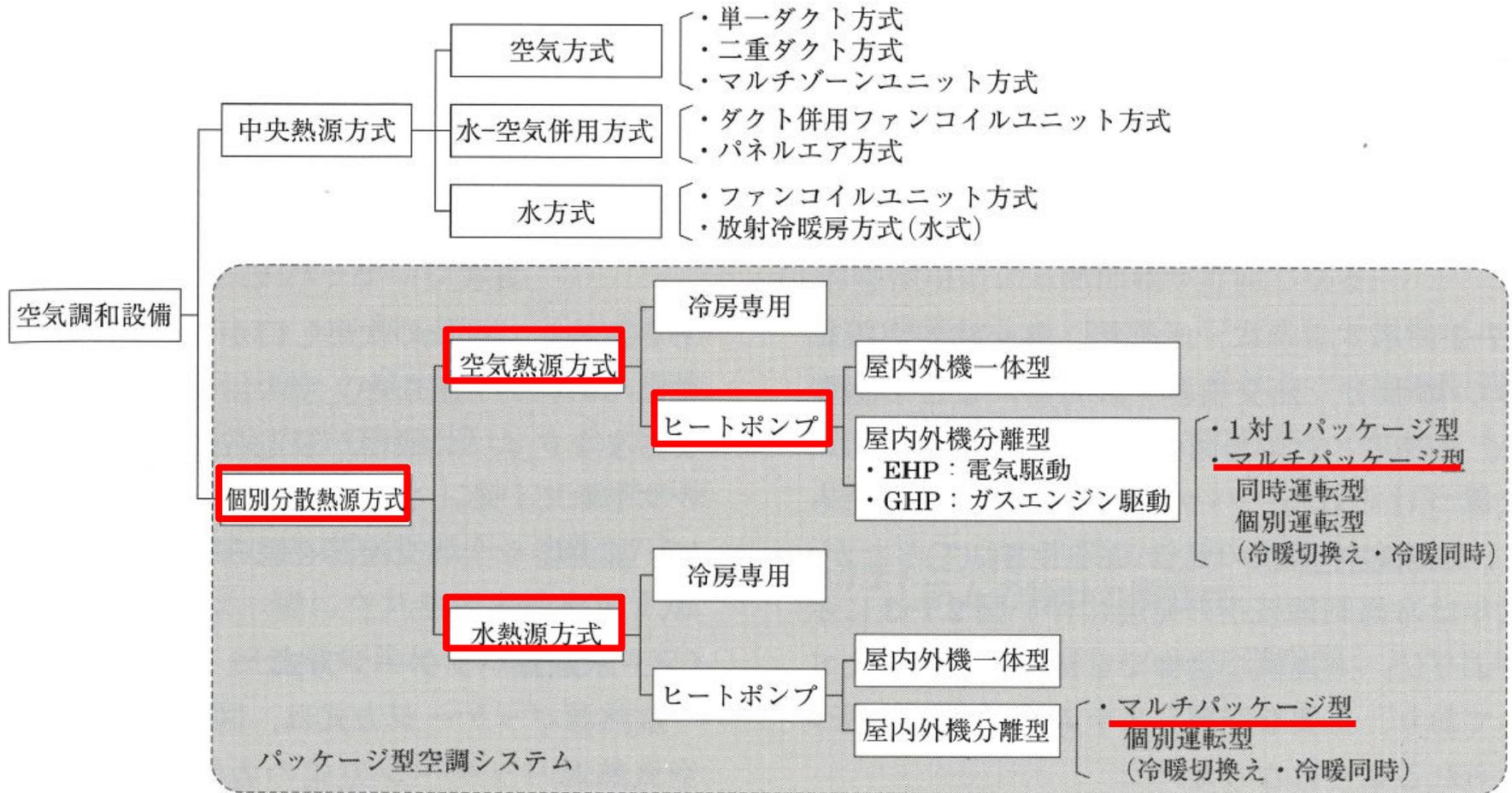


図 2.7-1 空気調和設備の分類とパッケージ型空調システムの範囲

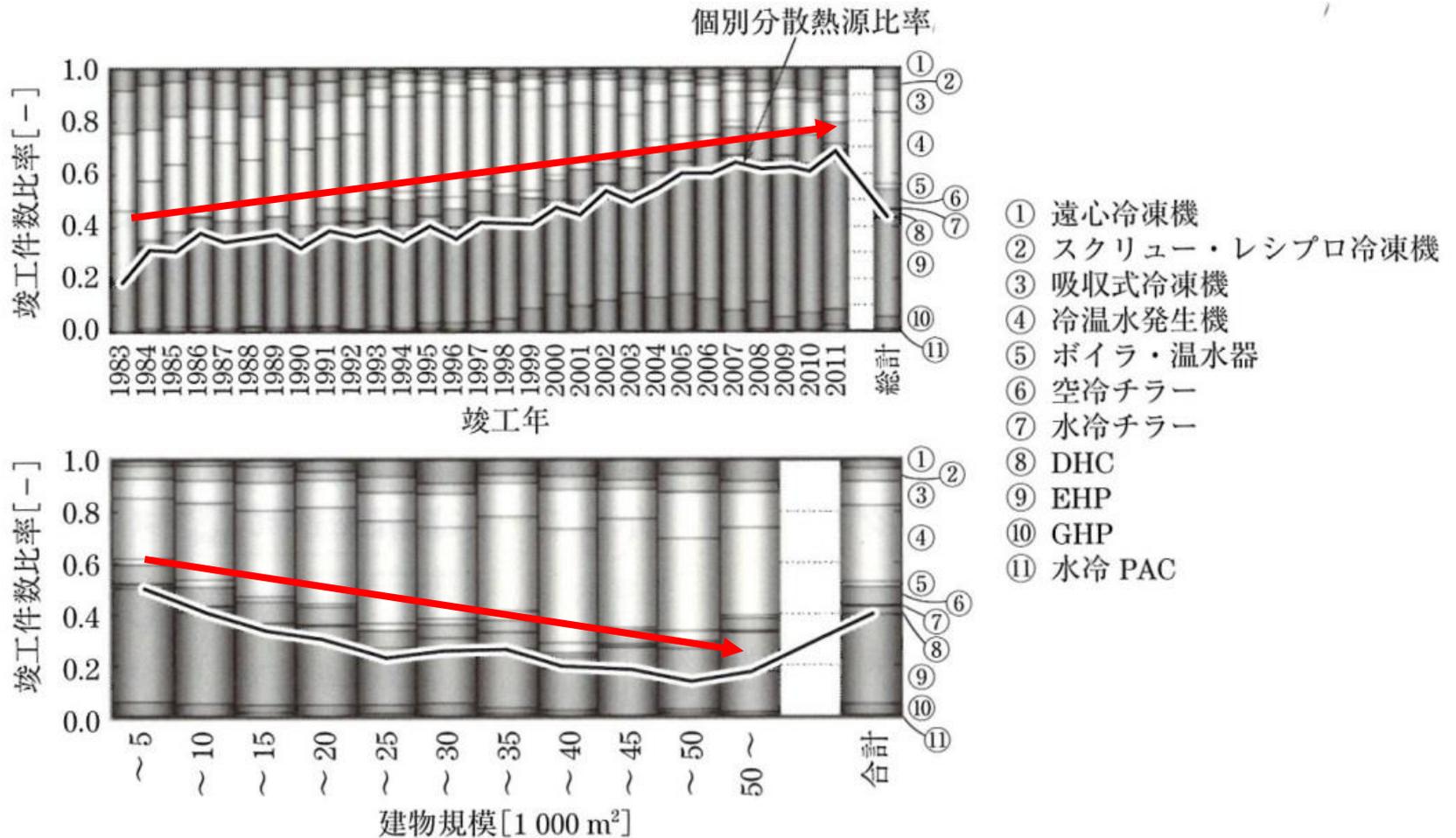


図 2.7-3 パッケージ型空調システム（個別分散熱源）の採用実態\*

パッケージ型空調機の採用比率は年々高まっている  
小規模ほどパッケージ型空調機方式が多い

## 2.7.1 パッケージ型空調システムの種類と特徴

### (1) 空気熱源パッケージ方式

室内で処理した熱を屋外の**空気に放熱**（暖房時は**吸熱**）する方式

- ウィンド型／ウォールスルー型
- 屋内外機分離型（スプリット型）

### (2) 水熱源パッケージ方式

空気熱源パッケージ方式においては屋外に排熱していたものを  
水熱源パッケージ方式においては**熱源水**に対して行うシステム

### (3) ビル用マルチパッケージ方式

屋内外機分離型の屋内機を建物内に分散設置し、**1台の屋外機に  
対して複数の屋内機を冷媒配管で結ぶ方式**

空気熱源／水熱源      EHP／GHP

# 空冷ビル用マルチパッケージ型空調システム例

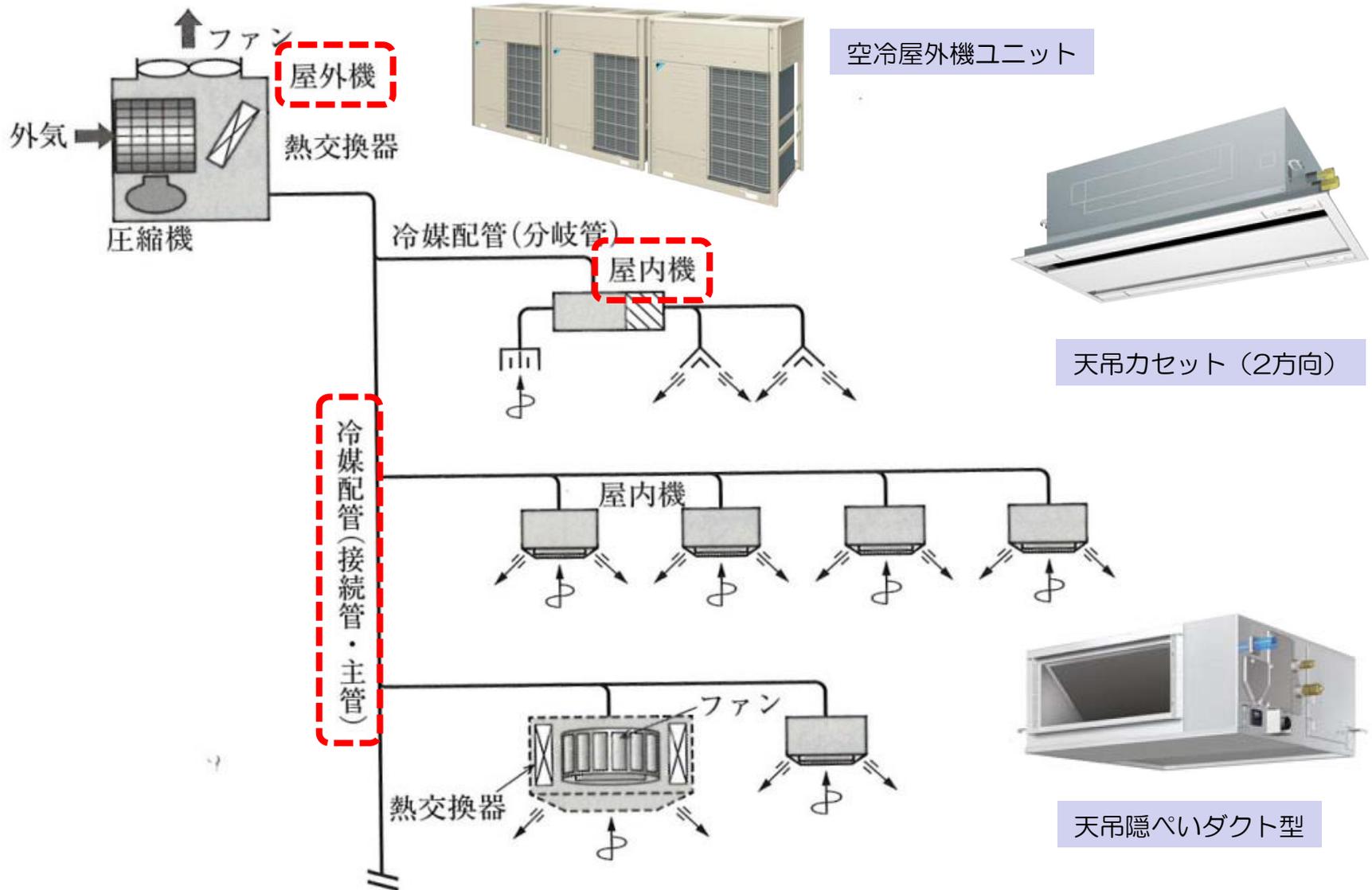
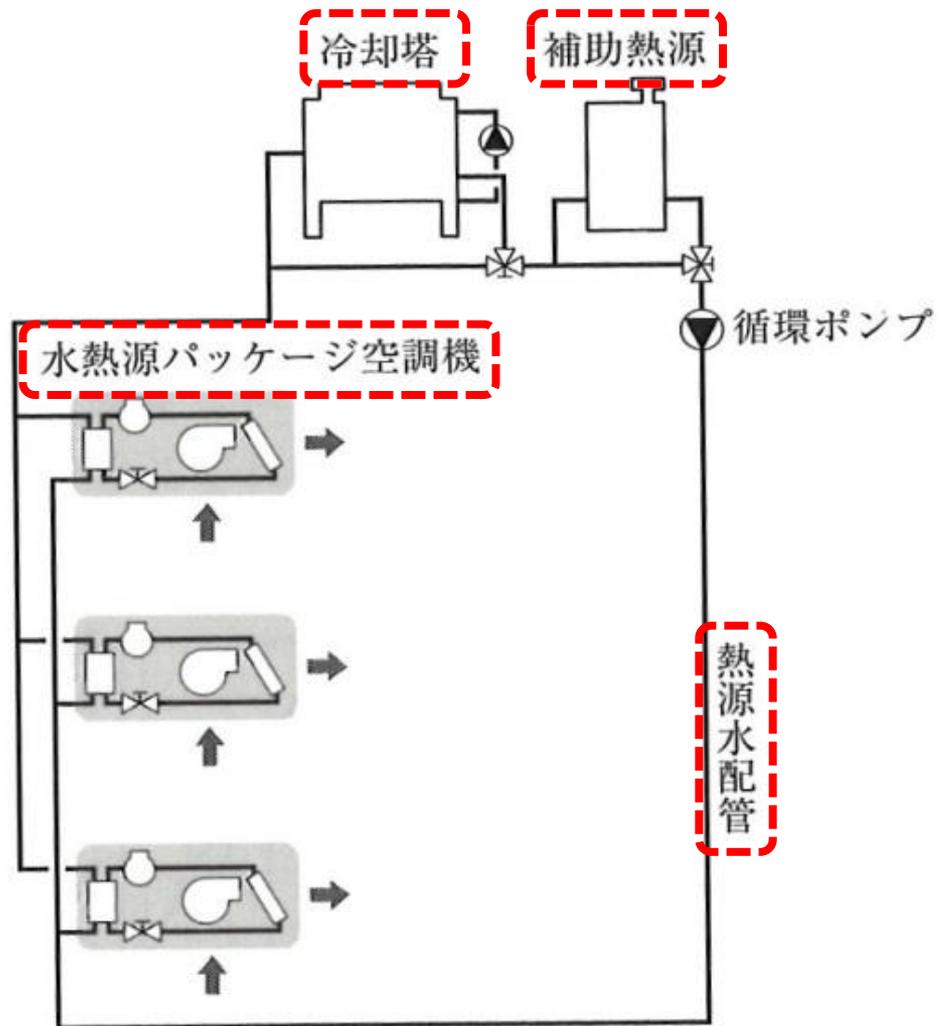


図 2.7-5 空気熱源ビル用マルチパッケージ型空調システム (屋内外機分離型) の例

# 水熱源パッケージ型空調システム例



PMACカタログより

図 2.7-4 水熱源パッケージ方式（屋内外一体型）  
のシステム図

図2.7-7 屋外機の負荷率別の発生頻度の事例

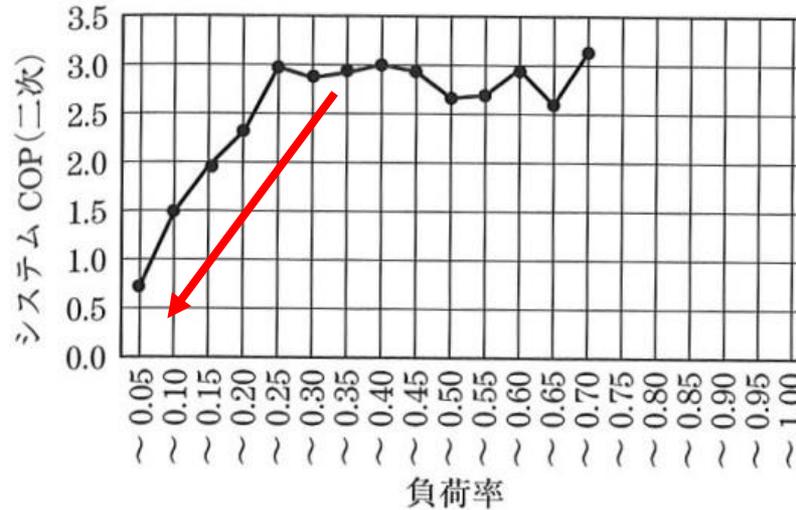
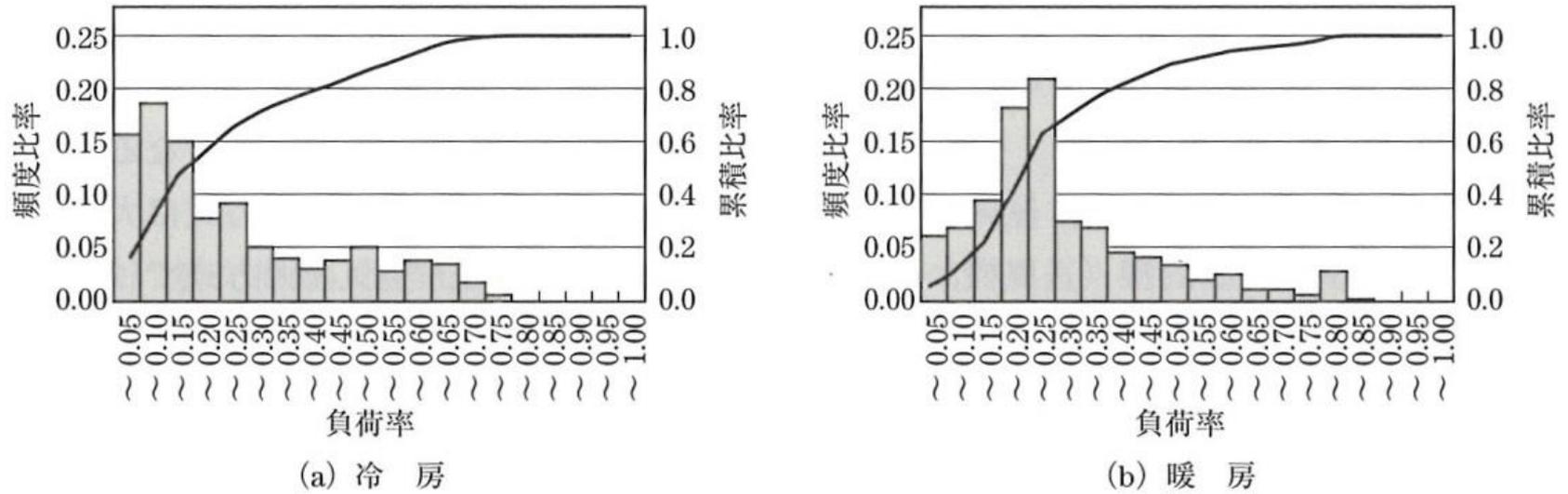


図 2.7-8 屋外機の負荷率別平均 COP の事例\*

**適切な容量設定が肝心！低負荷運転は非省エネ！**

## (2) 外気処理方式

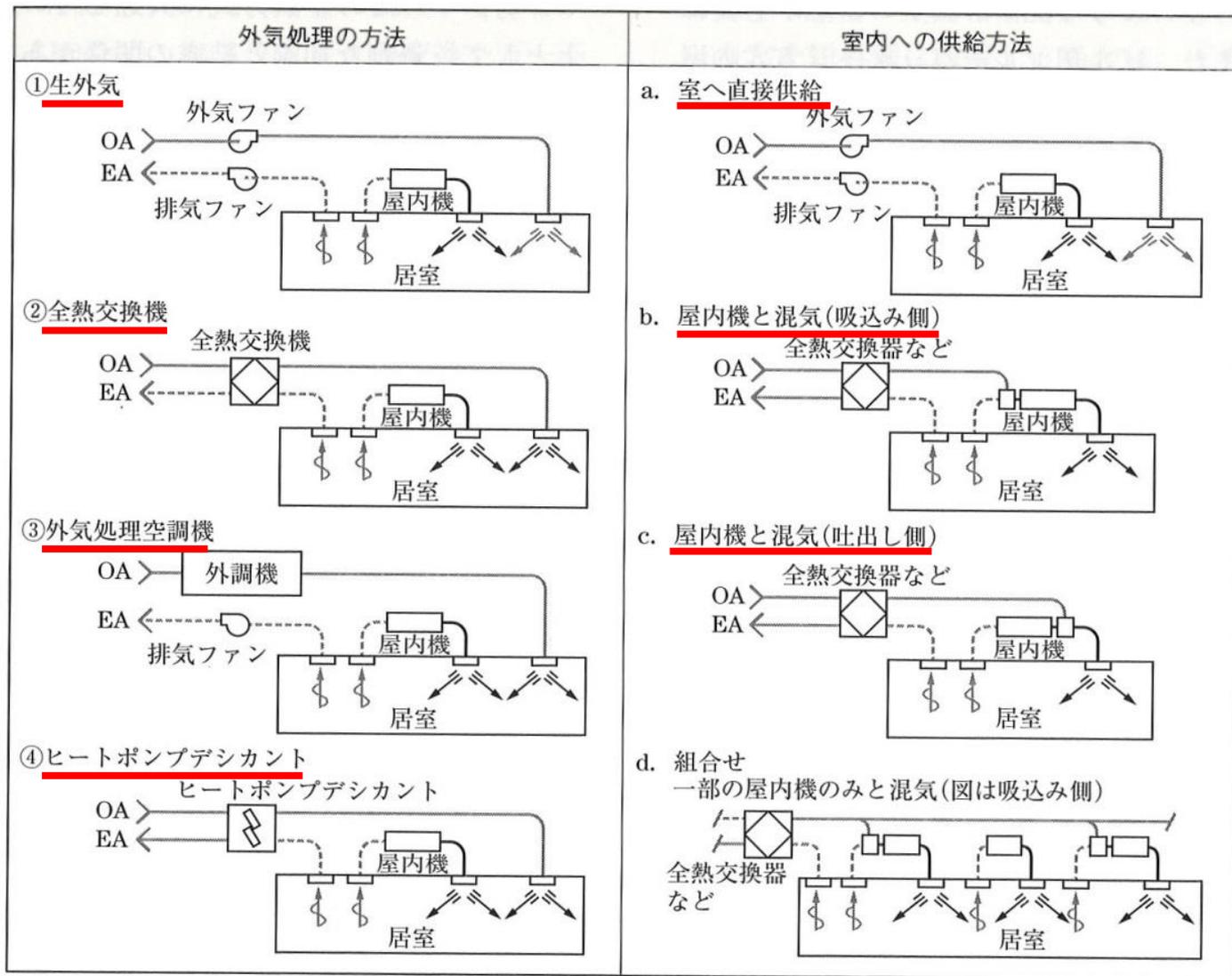


図 2.7-9 ビル用マルチパッケージ方式の外気処理方法\*

## 2.7.2 ビル用マルチパッケージ型空調システムの設計と留意点

### 0) 基本事項

メーカーの選定基準に準拠  
屋内機・屋外機能力比  
冷媒管長制限  
室内外温度補正

### 1) 屋内機・屋外機の選定とゾーニング

- 負荷傾向によるゾーニング
- 方位によるゾーニング
- 用途によるゾーニング
- 使用時間帯によるゾーニング

### 2) 外気処理方法

- 処理レベル（生／熱交換／外調機など）
- 直接吹出    or    間接吹出

### 3) 加湿方式

- 気化式が一般的
- “ビル管法”への対応要否  
「建築物における衛生的環境の確保に関する法律」
- 過剰加湿の防止
- 既製品は制約が多い  
→他システムとの併用も考慮

### 4) 除じん方法

- 必要空気質の確認
- “ビル管法”への対応要否  
「建築物における衛生的環境の確保に関する法律」
- 高性能フィルター採用時  
→静圧不足対策（ブースターファン）

### 5) 配置計画

- 荷重検討
- 振動対策
- ショートサーキット対策
- 将来スペース確保の要否

# 演習問題 4

パッケージ型空調システムに関する次の記述のうち、最も不適当なものはどれか？

- (イ) パッケージ型空調システムは個別運転、個別制御に優れており、設備費も安価である
- (ロ) 空冷式ビル用マルチエアコンの冷媒設計において、冷媒配管長による制約に留意すれば、屋外機と屋内機の高低差については考慮する必要はない
- (ハ) パッケージ型空調システムにおいて屋外機の負荷率が低いほどCOPは低くなる傾向にある
- (ニ) 屋内機・屋外機のゾーニングに当たっては、負荷傾向／使用時間帯などに着目して行う必要がある

## 2.9 排煙設備 排煙の目的

### 建築基準法での排煙

- 火災発生時に在館者が安全な場所に避難するまでの間、避難者が館内を安全な状態に維持する

### 消防法での排煙

- 初期消火活動における自衛消防隊を煙から守る
- 公設消防隊の消火活動の支援

## 2.9.1 排煙設備の性能

### 場所毎の必要性能

#### (1) 居室など

- ① “避難者の高さ” 以下に煙が降下するのを防止
- ② 廊下等避難ルートへの煙の漏煙を遅らせる

#### (2) 廊下など

- ① “避難者の高さ” 以下に煙が降下するのを防止
- ② 他階の避難者、消防隊の安全性向上のため煙が階段室及び附室に漏煙するのを防止

#### (3) 特別避難階段附室・非常用エレベーター乗降ロビー

- ① “避難者の高さ” 以下に煙が降下するのを防止
- ② 消防隊の消防活動環境の確保
- ③ 全館の避難者の安全確保

## 2.9.2 排煙設備の方式

### (1) 煙を閉じ込める (区画化)

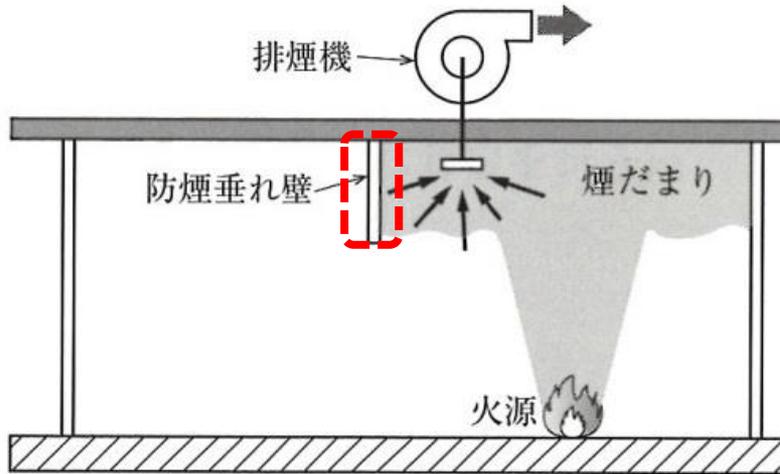


図 2.9-1 防煙垂れ壁と排煙機による防排煙の効果

火災初期段階は煙は天井面に沿って  
四方に拡散する (煙と空気の二層化)



この煙の拡散をあるエリアに一時的  
に封じ込めるのが防煙垂れ壁の役割



図 2.9-2 間仕切り壁や防火扉による区画化

火災の拡大とともに煙と空気の区別  
が無くなる (煙と空気の一層化)



この状態では排煙垂れ壁の効果は  
なくなる



間仕切り壁等により廊下など避難  
経路への煙の流出を防止

## (2) 煙を溜める (蓄煙)

- 居住域上部 (床上1.8m以上の空間) に煙だまりを確保  
→避難または排煙設備が稼働するまでの間、居住者を煙の暴露から守る

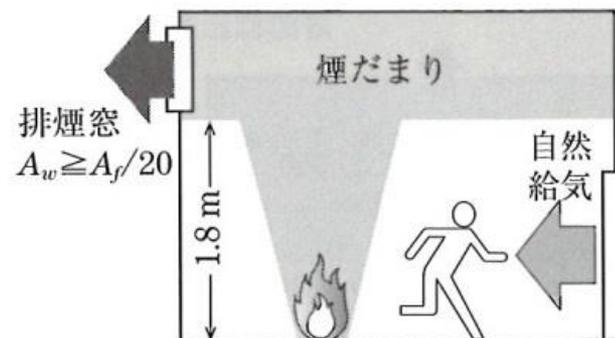


図 2.9-3 煙だまりの効果と自然排煙

## (3) 煙を排出する (排煙)

- (a) 自然排煙方式
- (b) 機械排煙方式
- (c) 第二種排煙 (押し排煙) 方式

### (3) 煙を排出する (排煙)

#### (a) 自然排煙方式

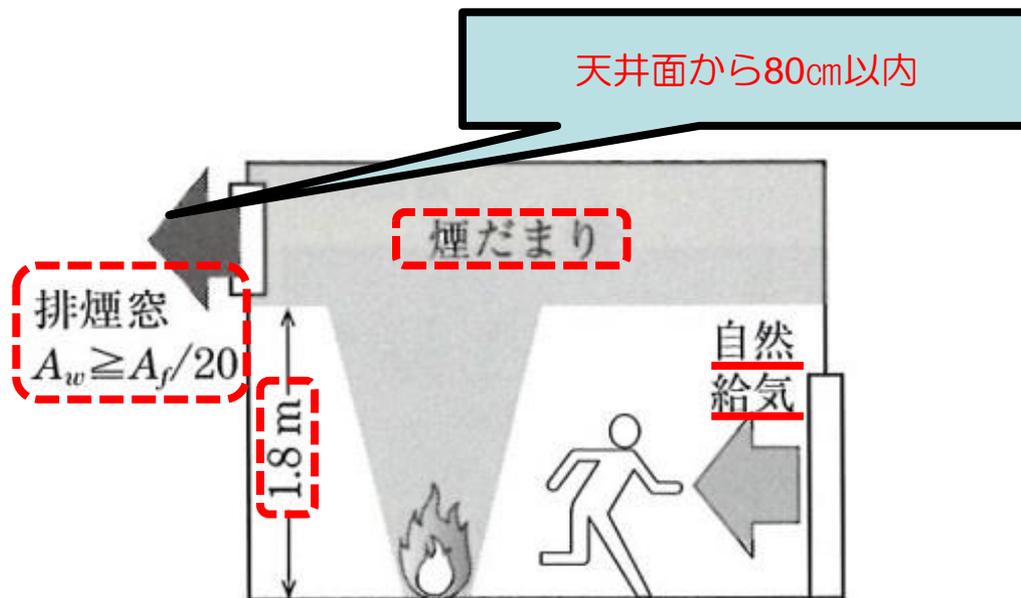


図 2.9-3 煙だまりの効果と自然排煙

- 煙の浮力を利用して、**部屋の上部の窓**などを開放して煙を外部に排出
- 上記と併せて給気ルートの確保 (部屋下部) も重要
- **低層、小規模案件での採用が多い**

### (3) 煙を排出する (排煙)

#### (b) 機械排煙方式

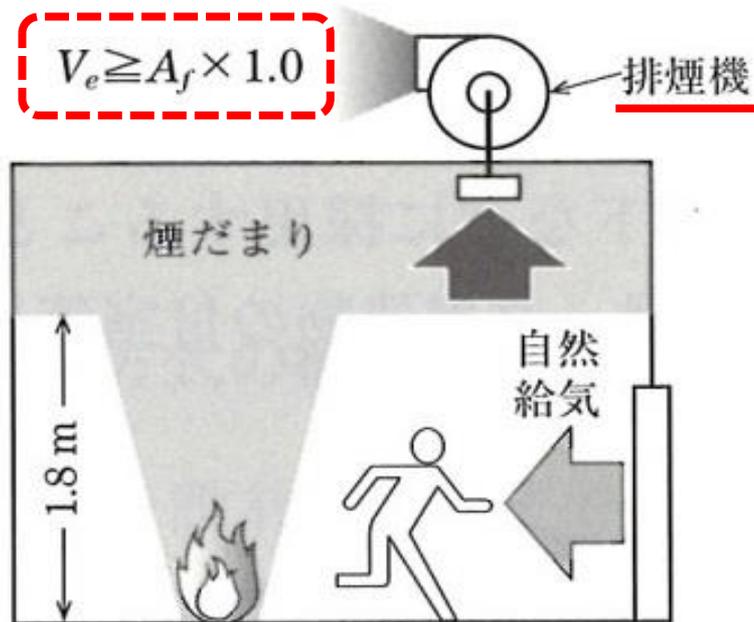
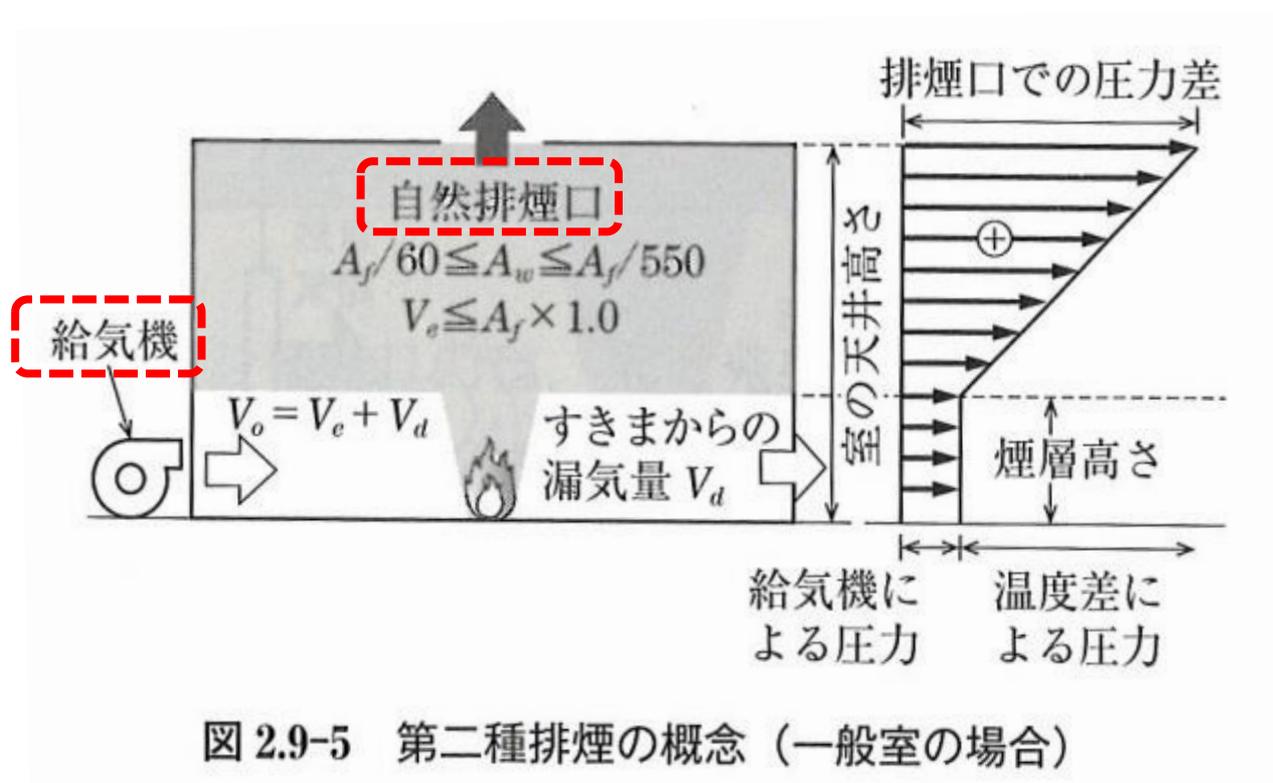


図 2.9-4 機械排煙の概念

- 排煙機にて火災室等の天井面に設置する排煙口から煙を吸い込み、外部へ排出
- 火災室が負圧になり、廊下等への漏洩を防止できる一方、適切な給気ルートを確保しないと避難扉が開きにくくなる可能性あり
- 大規模案件での採用が多い

(3) 煙を排出する（排煙）  
 (c) 第二種排煙（押し出し排煙）方式



- 「給気ファン」により背圧を掛けた自然排煙
- 高層建物の附室等での採用が多い

# 2.9.3 附室等の煙制御方式

## (1) 煙を遮る (加圧防排煙)

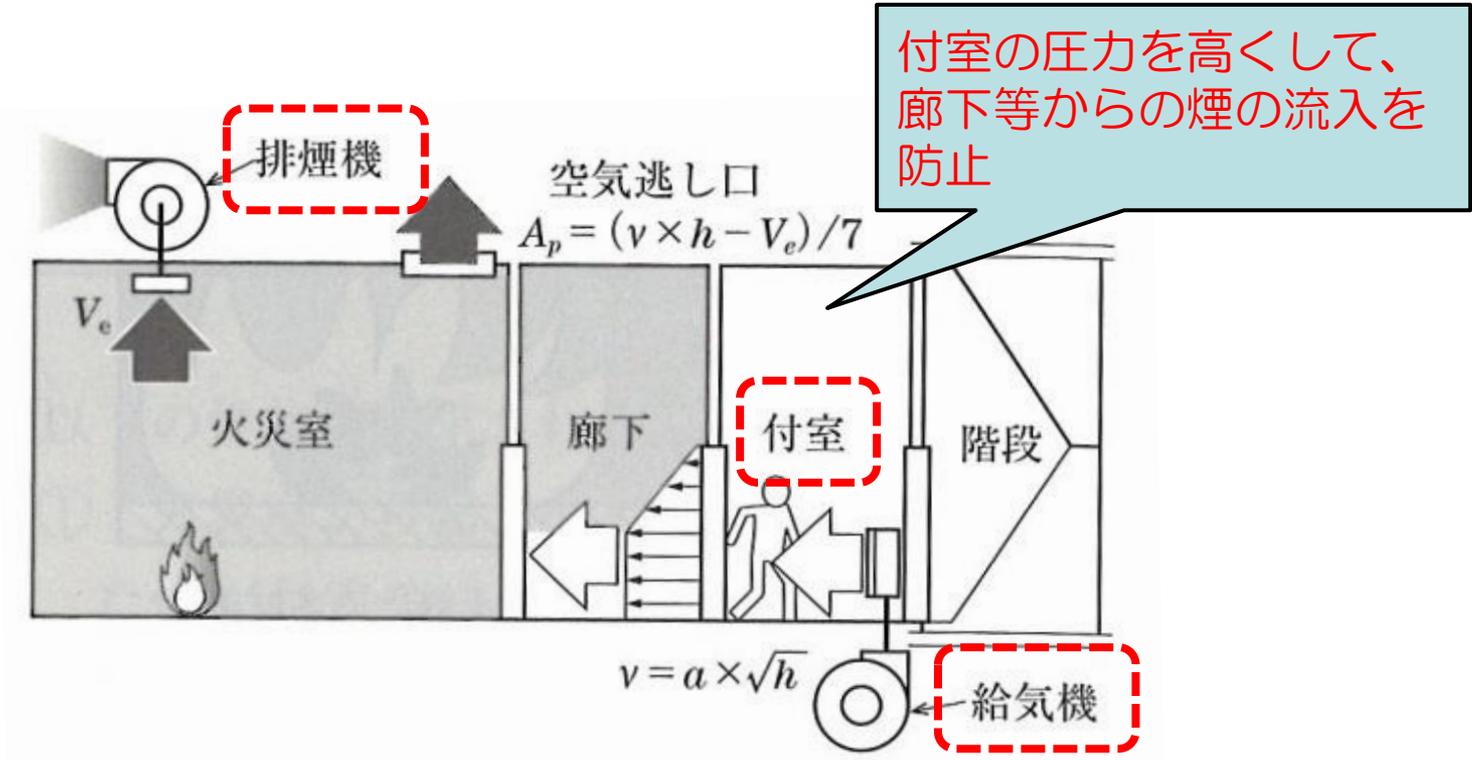


図 2.9-6 加圧防排煙 (遮煙)

## (2) 煙を排出する

### (a) 機械排煙

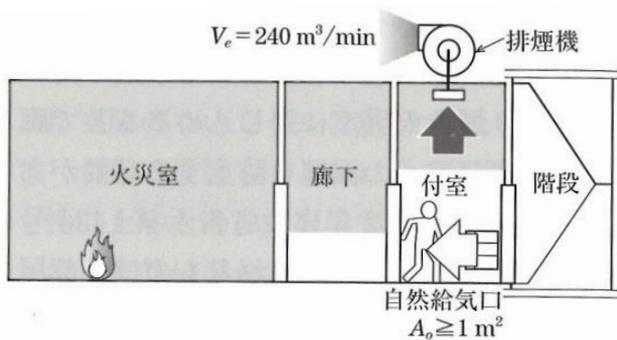


図 2.9-7 付室等の機械排煙

### (b) 第二種排煙

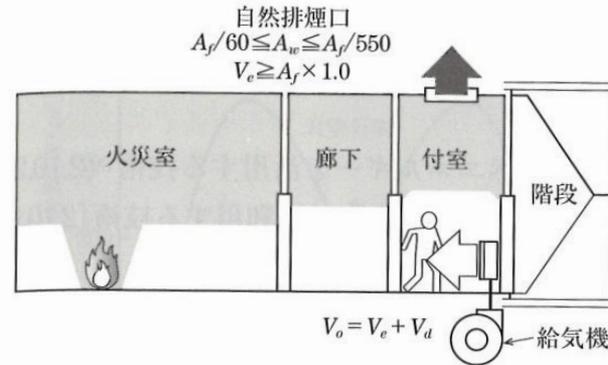


図 2.9-8 第二種排煙（付室等に設置された場合）

### (c) 外気に接する窓

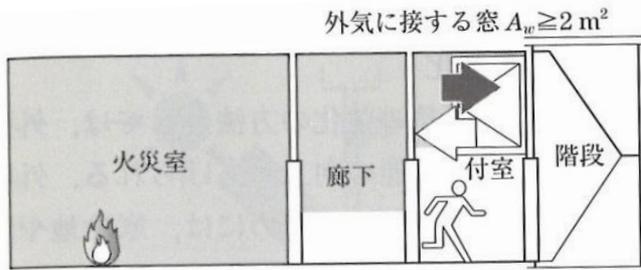


図 2.9-9 外気に接する窓

### (d) スモークタワー

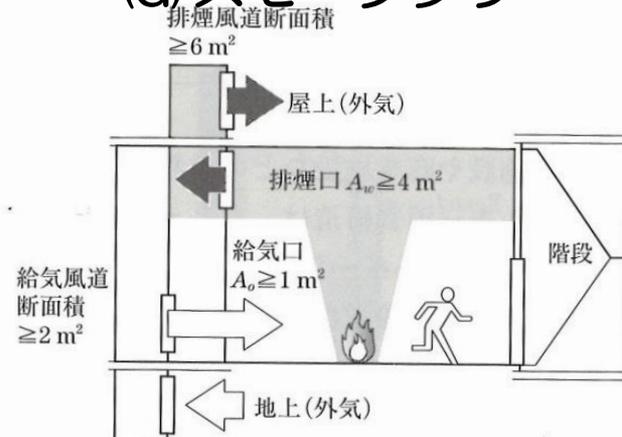


図 2.9-10 スモークタワー

## (2) 煙を排出する

### (a) 機械排煙

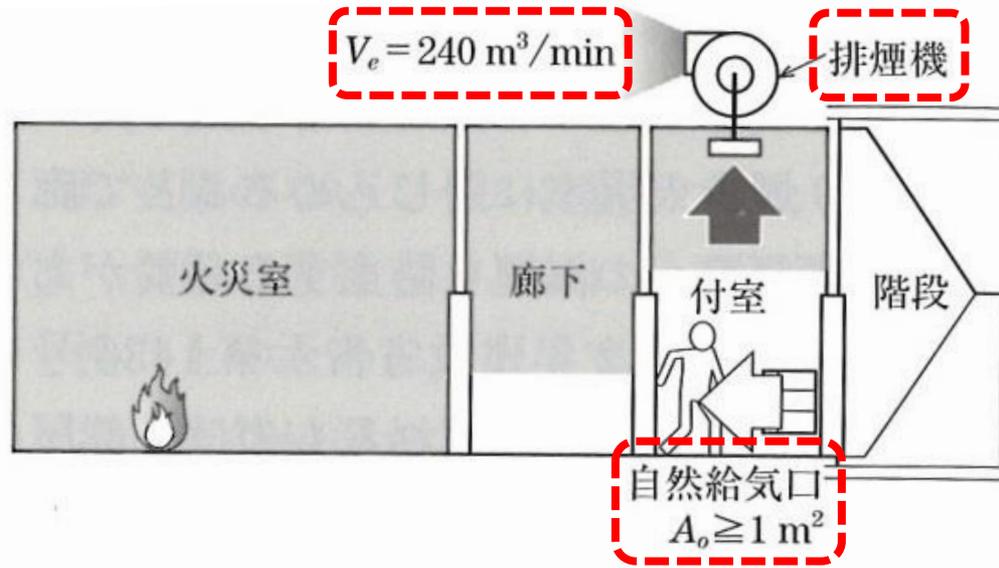


図 2.9-7 付室等の機械排煙

- 床上に設置した自然給気口から外気を取入れ、天井面に設置した排煙口から煙を排出
- 給気口、給気風洞の面積が規定されている
- 排煙機風量が規定されている

## (2) 煙を排出する (b) 第二種排煙

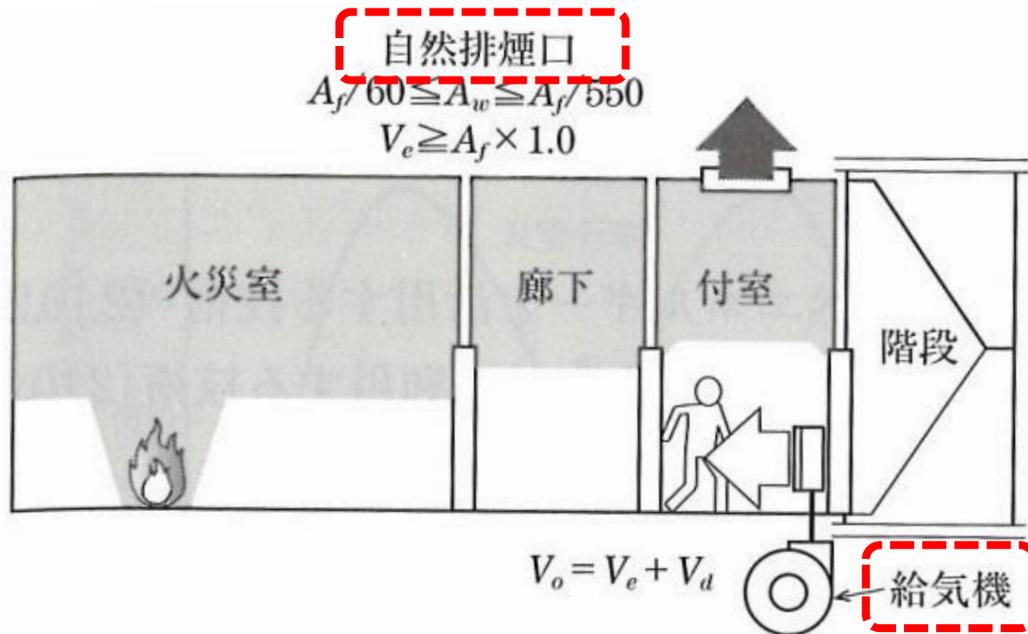


図 2.9-8 第二種排煙（付室等に設置された場合）

- 給気機により**付室内を加圧**し天井面に設置した自然排煙口から煙を排出
- **階段扉の気密性と閉鎖の確実性担保**が重要
- 一般室の排煙よりも給気量と排煙量を多く確保することが望ましい

(2) 煙を排出する  
(c) 外気に接する窓

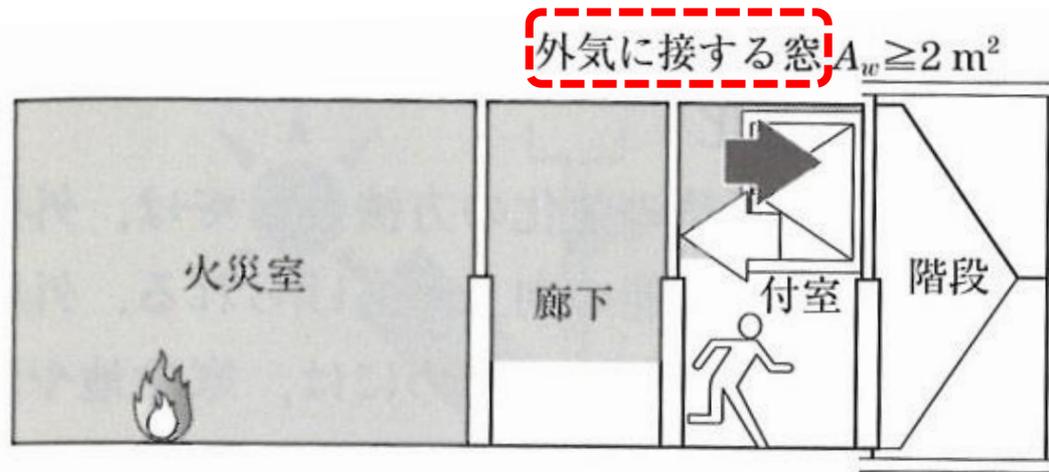


図 2.9-9 外気に接する窓

- 外壁に**自然排煙窓**を設置
- **窓面積 = 1.0m<sup>2</sup>以上**  
(非常ELV・特別避難階段の兼用付室の場合は1.5m<sup>2</sup>以上)
- 外気による希釈効果
- 4つの方式で**最も安価**

(2) 煙を排出する  
(d) スモークタワー

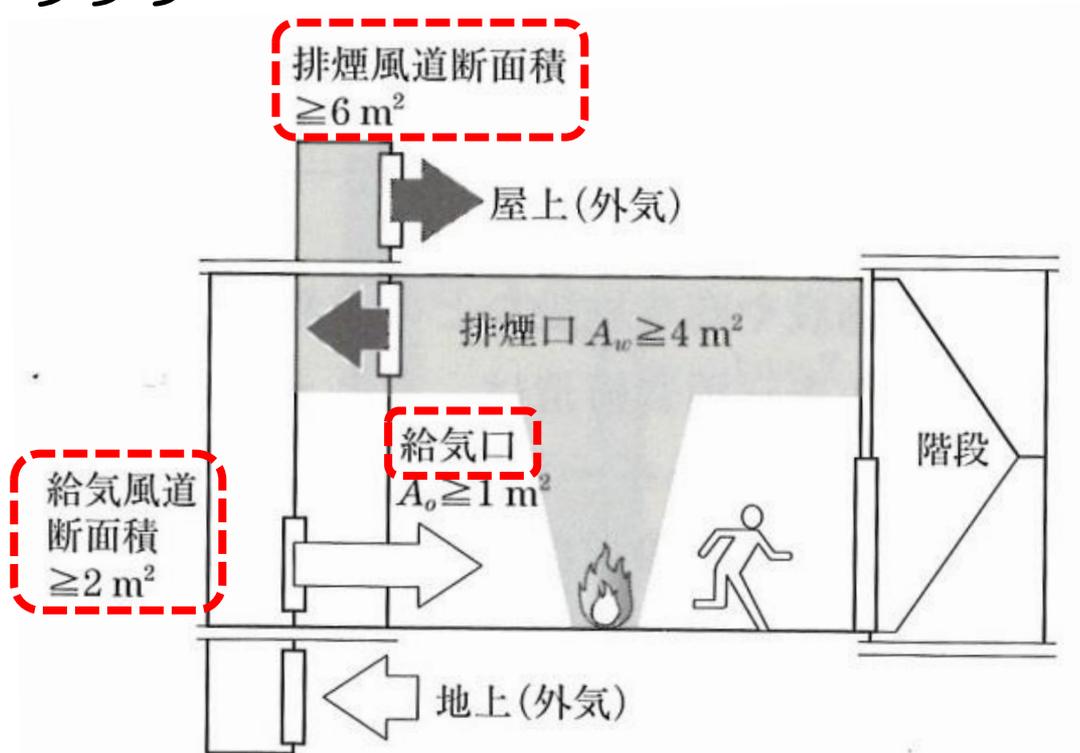


図 2.9-10 スモークタワー

- 建物の高さを利用した煙突効果を利用（高層建物の特性を利用）
- 給気風道、排煙風道の断面積が規定されている
- 機械を使用しないため外気条件により排煙効果が変わるため採用事例はほとんどない

# 令和7年度 基礎知識技術研修会 空気調和の方式(熱源方式)

< テキスト pp.69-96 >

令和7年(2025年)10月15日

空気調和衛生工学会 中部支部

# ～ 目 次 ～

## 1. 熱源方式

熱源とは  
中央熱源方式と個別熱源方式  
冷温熱源方式の変遷  
熱源システムの選定・計画の留意点  
熱源システムの評価  
まとめ

### <動画>

- ・空調方式 (再生時間 4:00)
- ・冷凍サイクル  
「蒸気圧縮式」冷凍機の仕組み (再生時間 3:00)  
「吸収式」冷凍機の仕組み (再生時間 6:00)
- ・ボイラ (再生時間 1:30)
- ・冷却塔 (再生時間 6:00)
- ・ポンプ (再生時間 19:30)

## 2. 機器類

冷熱源(冷水)  
温熱源(温水)  
冷/冷温熱源

### <演習>

- ・購入電力のエネルギー利用効率
- ・成績係数
- ・冷凍トン
- ・水蓄熱槽利用熱量
- ・氷蓄熱槽利用熱量
- ・冷水流量
- ・蒸気流量

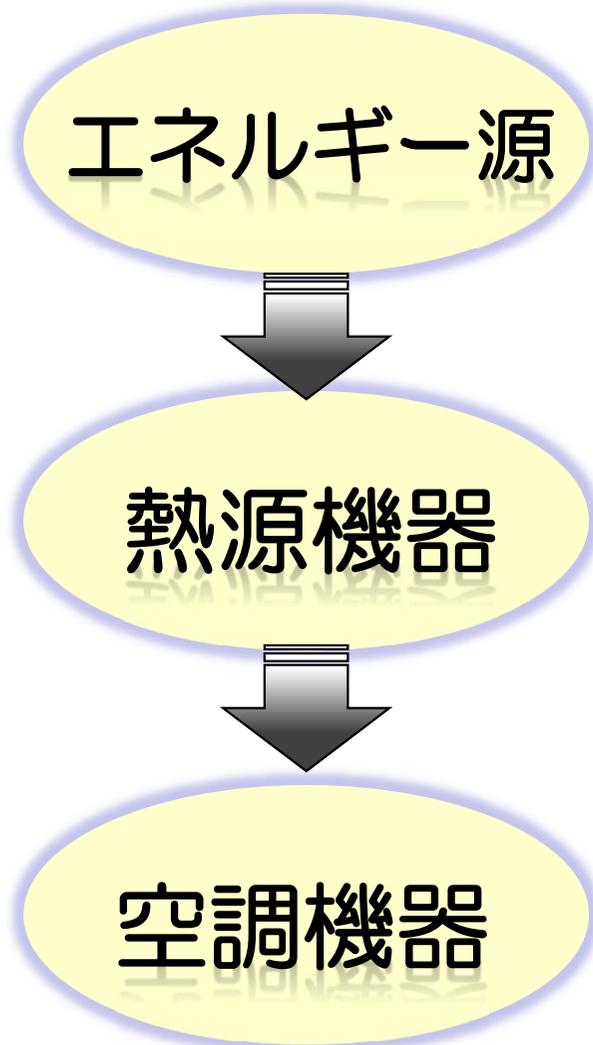
## 3. 各種熱源システム

蓄熱システム(水・氷)  
コージェネレーションシステム  
地域冷暖房  
太陽熱の利用  
地中熱の利用

## 付録

# 1. 熱源方式

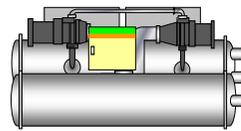
## ■ 熱源とは。。。



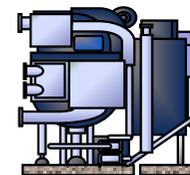
- 【電力】
- ・火力・水力
  - ・原子力
  - ・新エネルギー

- 【ガス】
- ・都市ガス
  - ・LPG
  - ・LNG

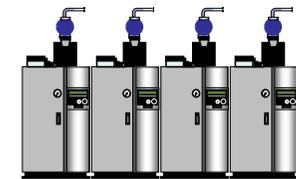
- 【油】
- ・A重油
  - ・灯油



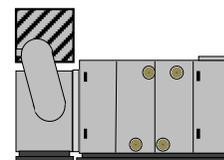
遠心冷凍機



吸収式冷凍機  
冷温水発生機



ボイラ



空気調和機

# 1. 熱源方式

## ■ 中央熱源方式と個別熱源方式

### 【 中央熱源方式 】

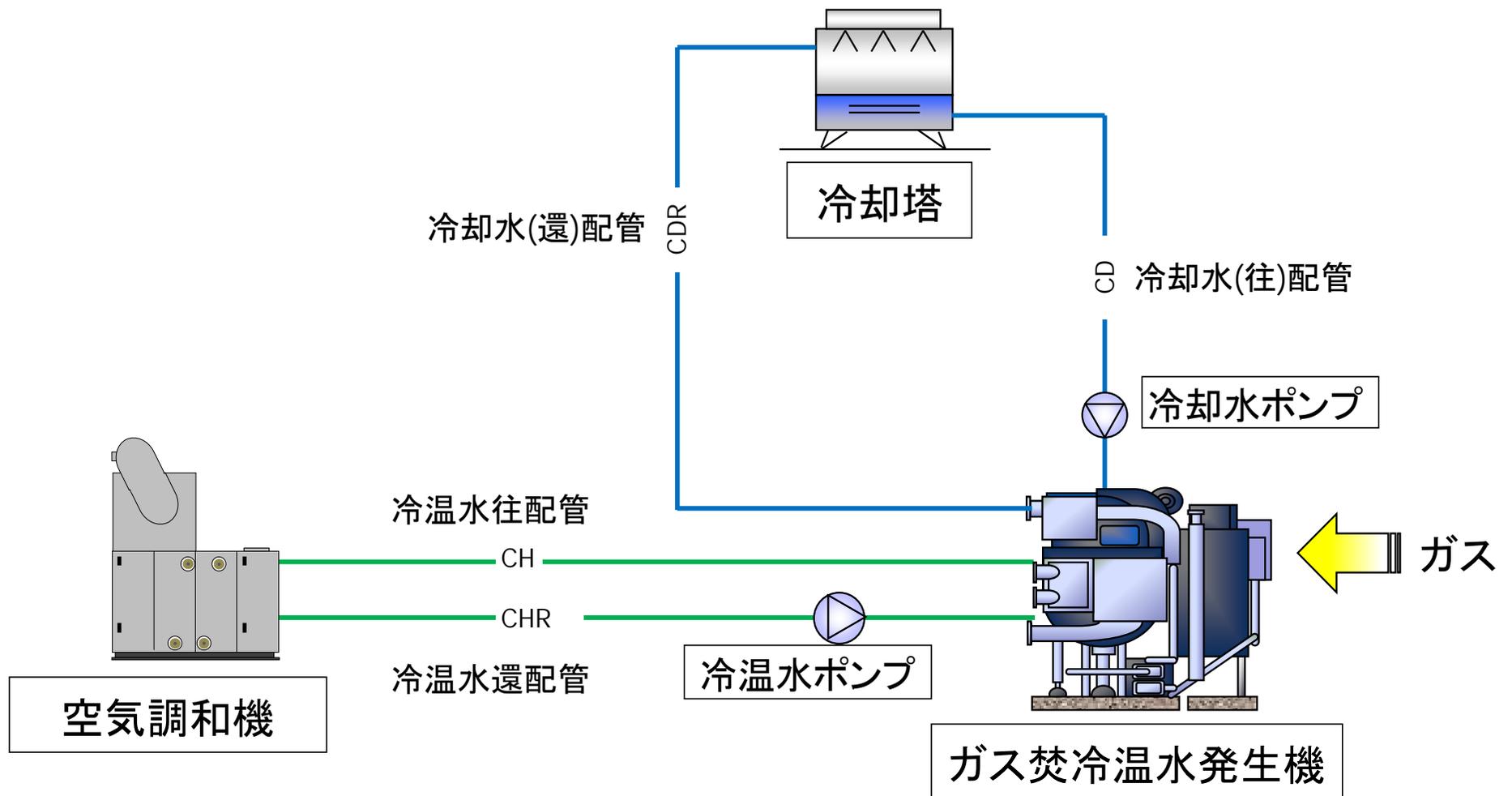
- ① 熱源機器を**集中**して設置
- ② 冷水・温水・蒸気などを作り、空調機器に供給
- ③ 熱源機器は**全体運転**
- ④ 中・大規模の建物に採用

### 【 個別熱源方式 】

- ① 熱源機器を**分散**して設置
- ② 主にフロン冷媒を使用するパッケージ型空調機を使用
- ③ 部屋ごと、**ゾーンごと**に熱源機器の運転が可能
- ④ 小・中規模から大規模の建物に採用

# 1. 熱源方式

## ■ 中央熱源方式 システムの例



# 1. 熱源方式

## ■ 冷温熱源方式の変遷 (テキスト p.72)

年代		～1950年代(後)	1950(後)～1960年代(前)	1960(前)～1970年代(後) (オイルショック)
冷熱源	エネルギー	電力	電力・B重油	電力・都市ガス・軽質油
	機器	電動冷凍機	電動冷凍機・吸収式冷凍機	電動冷凍機・冷温水発生機 二重効用吸収冷凍機
温熱源	エネルギー	B重油	B重油	軽質油・都市ガス・電力
	機器	ボイラ	ボイラ	ボイラ・冷温水発生機 ヒートポンプ

# 1. 熱源方式

## ■ 冷温熱源方式の変遷 (テキスト p.72)

年代		1980～1990年代(前) (オイルショック～バブル崩壊)	1990(前)～2000年代(前)
冷熱源	エネルギー	電力・都市ガス・軽質油・CGS排熱	1980～1990年代(前)の流れに加え
	機器	電動冷凍機・冷温水発生機(ジェネリンク) 二重効用吸収冷凍機・ヒートポンプ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地球環境保全意識の高揚</li> <li>・未利用エネルギーの活用</li> </ul>
温熱源	エネルギー	電力・都市ガス・軽質油・CGS排熱	<ul style="list-style-type: none"> <li>・蓄熱システムの増加</li> </ul>
	機器	ボイラ・冷温水発生機 ヒートポンプ・排熱ボイラ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・個別空調方式の増加</li> <li>・冷媒の脱フロン化</li> </ul>

# 1. 熱源方式

## ■ 冷温熱源方式の変遷 (テキスト p.72)

### <2000年代(前)～現在>

- ・部分負荷効率の向上
- ・インバータ技術の普及
- ・熱源機器変流量対応普及
- ・低冷却水温度への対応
- ・新冷媒への転換(オゾン層破壊係数“0”、低GWP※化)

※GWP(地球温暖化係数)

Global Warming Potentialの略で、二酸化炭素を基準(GWP=1)として、他のガスの温暖化能力を数値化したもの R32冷媒は “675”

# 1. 熱源方式

## ■ 熱源システムの選定・計画の留意点 (テキスト p.72)

### エネルギー源※ ・環境

- エネルギー源の安定供給
- 環境汚染、公害発生、オゾン破壊係数、地球温暖化係数
- 未利用エネルギーの活用

### 経 済 性

- 年間経常費(固定費＋変動費)
- LCC(ライフサイクルコスト)
- 耐久性及び性能の劣化

### 効率・制御性

- エネルギー効率
- 負荷変動への追従性
- 建物負荷特性と機器特性の整合

# 1. 熱源方式

## ■ 熱源システムの選定・計画の留意点 (テキスト pp.72-73)

### 設置・空間

- 設置に要する占有空間
- 搬入、組立て、更新の対応
- 構造耐荷重、運転時の騒音や振動

### 運転・管理

- 運転操作や取扱い方法の容易さ
- 保守、点検のしやすさ
- 法的な運転上の制約事項

### 実績・信頼性

- 長期間使われた実績
- 多くの施設で用いられるなどの信頼性
- サービス、フォロー体制

# 1. 熱源方式

## ※エネルギー源

エネルギー※	検討項目	種類 他
電 力	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆受電容量</li> <li>◆料金体系</li> <li>◆電圧</li> <li>◆停電の頻度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆低圧</li> <li>◆高圧</li> <li>◆特別高圧</li> </ul>
ガ ス	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆都市ガス導管の有無</li> <li>◆供給圧力</li> <li>◆BCP対応</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆都市ガス(中圧・低圧)</li> <li>◆LPG</li> <li>◆LNG</li> </ul>
油	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆大気汚染防止法の規制</li> <li>◆危険物の規制</li> <li>◆オイルタンク設置スペース</li> <li>◆取扱資格</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆A重油</li> <li>◆灯油</li> </ul>

注) この他、太陽熱や蒸気、高温の排熱が含まれる場合がある

# 1. 熱源方式

## ■ 熱源システムの評価 (テキスト p.73)

～ 省エネルギー及びエネルギーの効率的利用の評価指数 ～

(1) 原単位評価

(2) 成績係数(COP)

# 1. 熱源方式

## ■ 熱源システムの評価 (テキスト p.73)

### (1) 原単位評価

原単位評価とは・・・

建物の年間一次エネルギー消費量[MJ]を延床面積[m<sup>2</sup>]当りで表したもので、単位は **[MJ/(m<sup>2</sup>・年)]**

# 1. 熱源方式

## ■ 熱源システムの評価 (テキスト p.73)

### (1) 原単位評価

### 一次エネルギーとは・・・

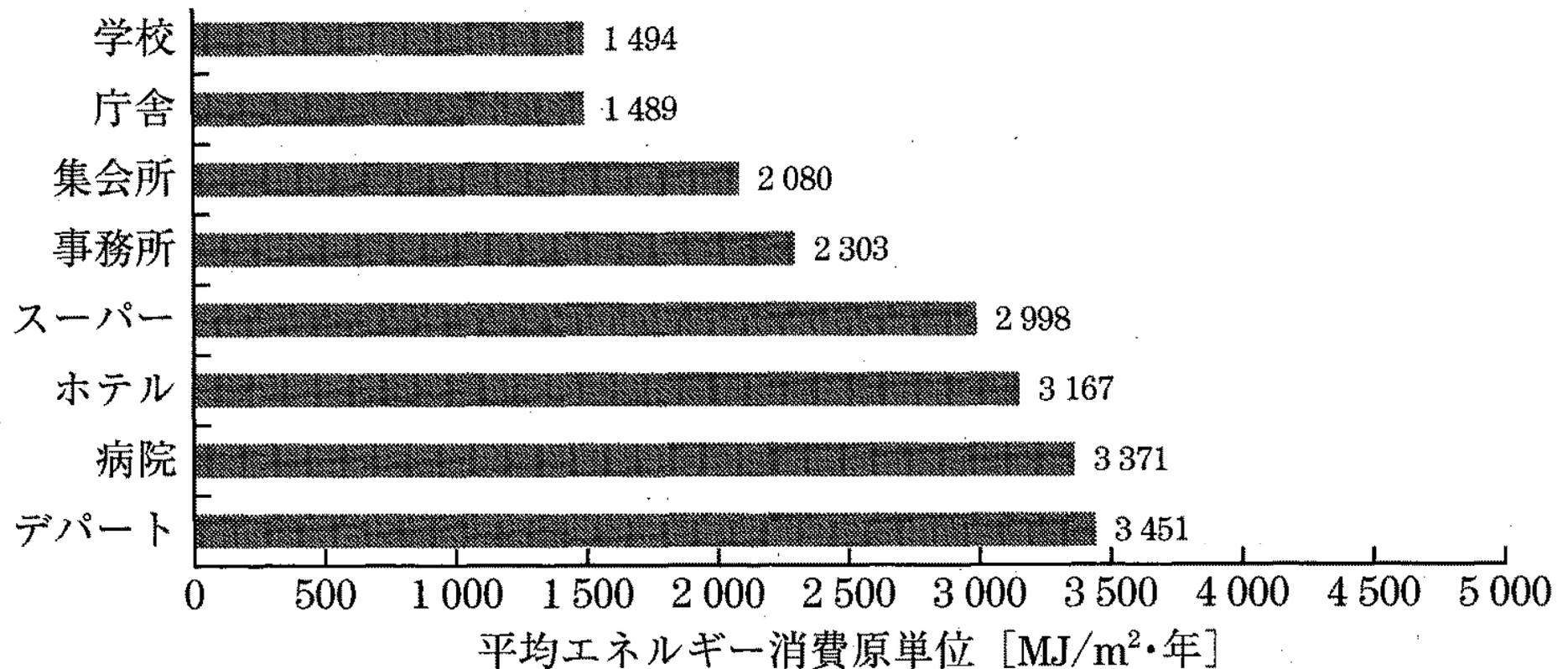
電力・ガス・石油・地域熱供給などのエネルギー(二次エネルギー)を一次化石燃料レベルでのエネルギー量に換算し、メガジュール[MJ]の単位で表したもの

エネルギー種別	一次エネルギー換算値
購入電力	9.97 MJ/kWh
都市ガス	45.0 MJ/m <sup>3</sup> N
A重油	39.1 MJ/L

# 1. 熱源方式

## ■ 熱源システムの評価 (テキスト p.73)

### (1) 原単位評価



# 1. 熱源方式

## ■ 熱源システムの評価 (テキスト p.73)

### (1) 原単位評価 【演習】

購入電力のエネルギー利用効率を求めてみよう

① W(ワット)の定義 :  $1 [W] = 1 [ \quad ]$ (単位) より  
1 kWh は  $\quad [MJ]$

② 購入電力の一次エネルギー換算値は  $\quad [MJ/kWh]$

③ ①②より購入電力のエネルギー利用効率は  $\quad \%$

# 1. 熱源方式

## ■ 熱源システムの評価

### (2) 成績係数

成績係数COP(Coefficient Of Performance) は熱源機器などのエネルギー消費効率の指標。入出力比。数値が高いほど高効率。

$$\text{COP} = \frac{\text{出力[kW]}}{\text{入力[kW]}} = \frac{\text{冷却・加熱能力 [kW]}}{\text{投入エネルギー量[kW]}}$$

# 1. 熱源方式

## ■ 熱源システムの評価

### (2) 成績係数

- ① 単体COP  
熱源機器1基のみのCOP
- ② 定格COP  
熱源機器の定格運転時のCOP
- ③ システムCOP  
熱源機器の他、冷却塔やポンプなどの補器類を含む「熱源システム」全体のCOP

# 1. 熱源方式

## ■ 熱源システムの評価

### (2) 成績係数

#### < 吸収式冷凍機の成績係数(COP)について >

ガスや油を主エネルギー源とする熱源機のCOPの算出基準には

燃料の

- ① 高位発熱量基準
- ② 低位発熱量基準

がある

# 1. 熱源方式

## ■ 熱源システムの評価

### (2) 成績係数

＜燃料の高位発熱量と低位発熱量について＞

高位発熱量 : 燃料を燃やすことで発生する熱量

低位発熱量 : 高位発熱量から水蒸気の凝縮潜熱を引いた値

	灯油	A重油	都市ガス13A
高位発熱量	46.5 MJ/kg	45.2 MJ/kg	45.0 MJ/m <sup>3</sup> N
低位発熱量	43.5 MJ/kg	42.7 MJ/kg	40.6 MJ/m <sup>3</sup> N
低位／高位	0.94	0.94	0.90

# 1. 熱源方式

## ■ 熱源システムの評価

### (2) 成績係数

#### ① 高位発熱量基準・・・慣習的に使用

$$\text{COP} = \text{冷凍能力} / (\text{ガス消費量} \times \text{ガス高位発熱量})$$

#### ② 低位発熱量基準・・・JIS規格に規定

$$\text{COP} = \text{冷凍能力} / (\text{ガス消費量} \times \text{ガス低位発熱量} + \underline{\underline{\text{消費電力}}})$$

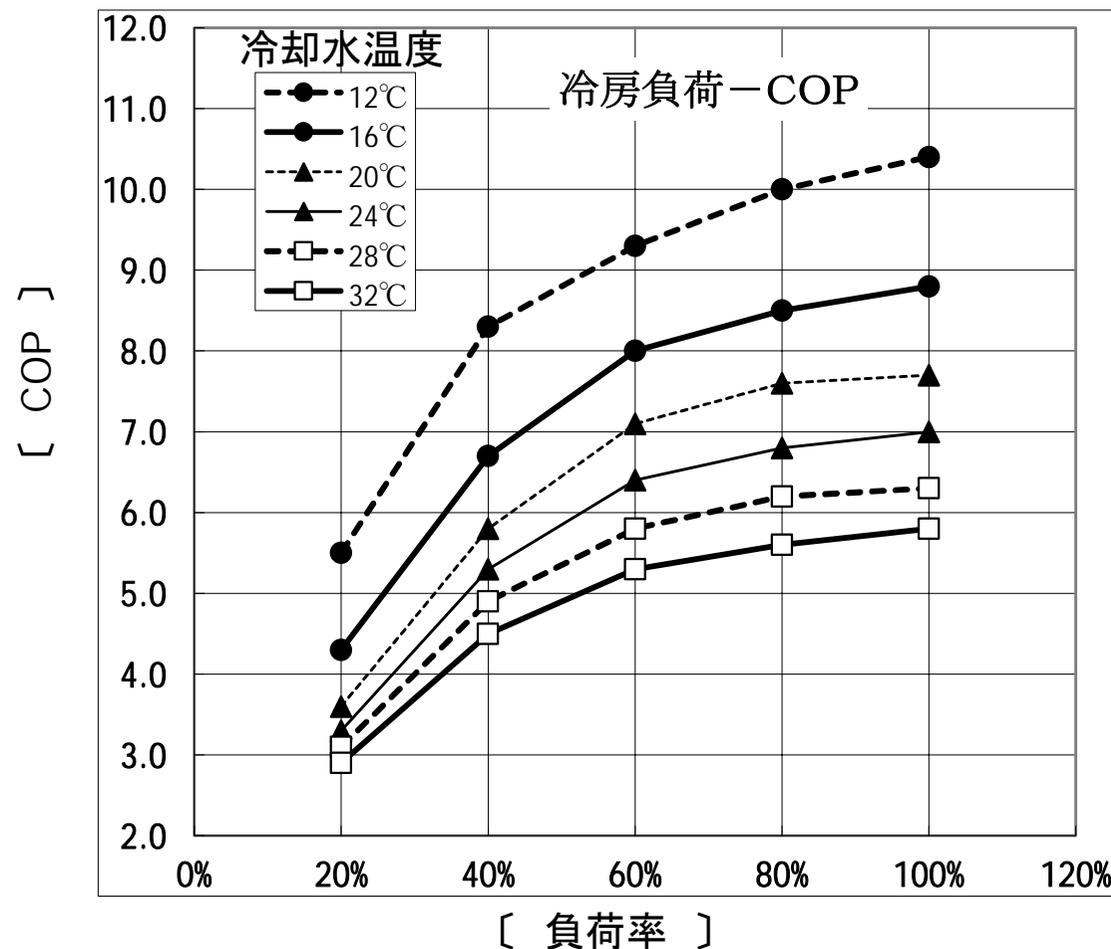
ガス会社のカタログでは高位発熱量基準、メーカーのカタログではJIS 基準で表記されていることが多い

建築工事標準仕様書(機械設備工事編)ではJIS 基準の成績係数が採用されている

# 1. 熱源方式

## ■ 熱源システムの評価

### (2) 成績係数

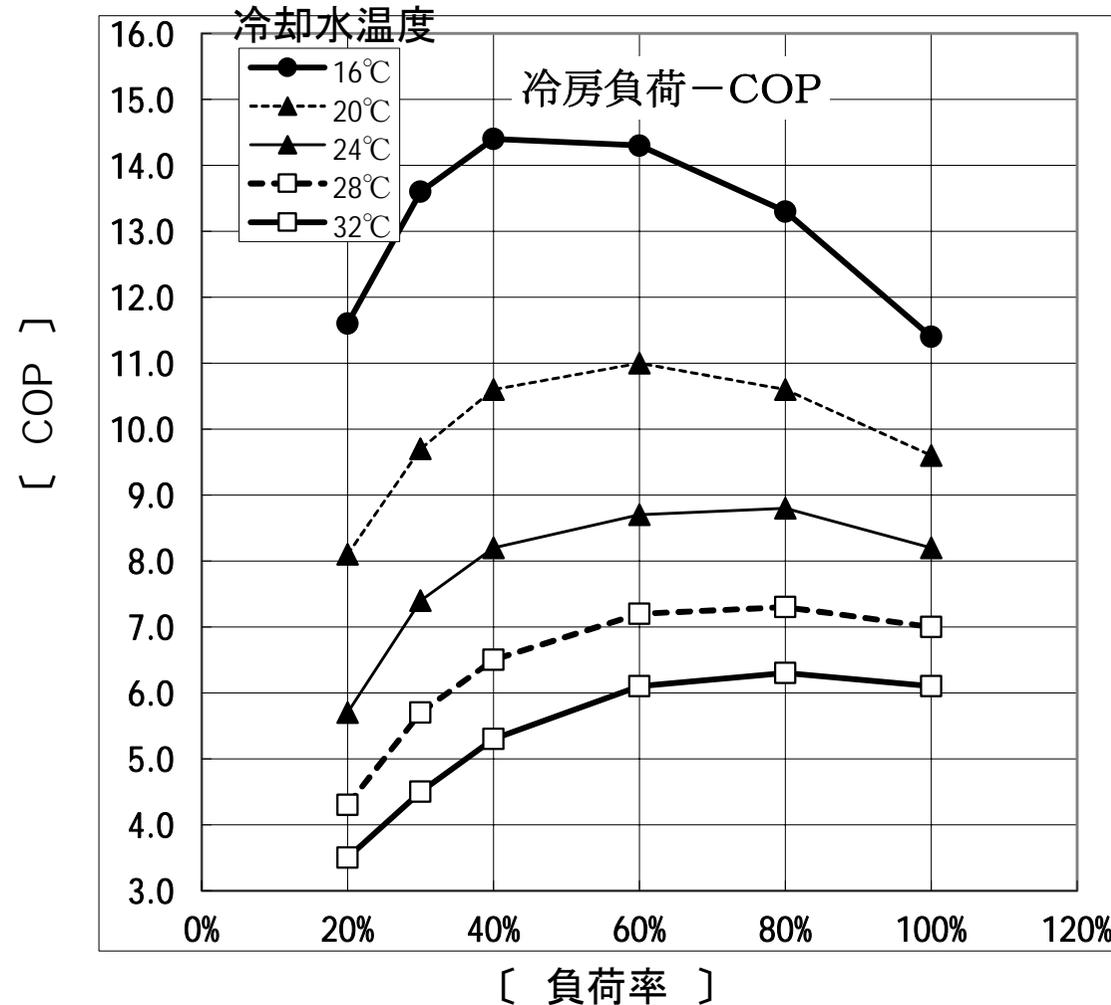


成績係数(定速ターボ冷凍機の例)

# 1. 熱源方式

## ■ 熱源システムの評価

### (2) 成績係数



成績係数(INVターボ冷凍機の例)

# 1. 熱源方式

## ■ 熱源システムの評価

### (2) 成績係数

その他のエネルギー消費効率の指標 (テキスト p.143)

【IPLV : Integrated Part Load Value】

負荷の異なる4点のCOPから期間成績係数を定義した簡易的指標。チラーや冷温水発生機で使われる。

# 1. 熱源方式

## ■ 熱源システムの評価

### (2) 成績係数

その他のエネルギー消費効率の指標 (テキスト p.143)

【APF : Annual Performance Factor】

冷房定格標準、中間冷房標準、中間冷房中温、最小冷房中温、暖房定格標準、中間暖房標準、最小暖房標準、最大暖房低温の最大8つの評価点で求めた指標。  
エアコンで使われる。

# 1. 熱源方式

## ■ 熱源システムの評価

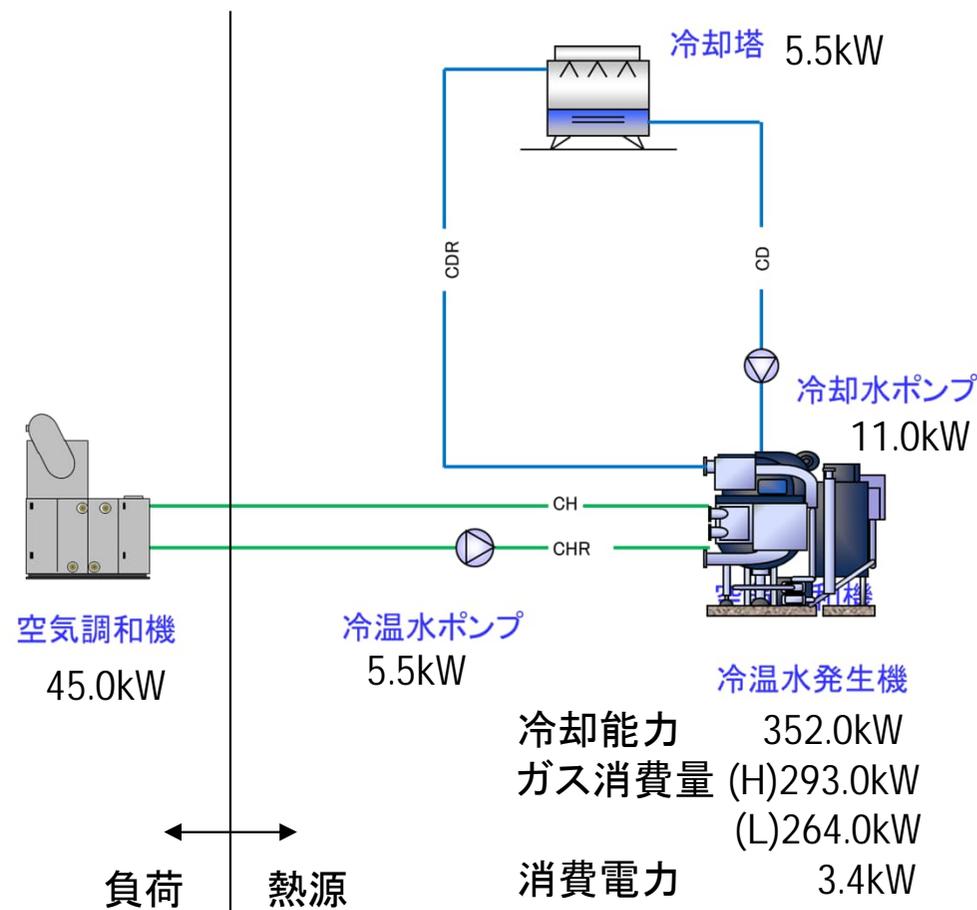
### (2) 成績係数 【演習】

冷温水発生機(冷房時)のCOP  
を求めてみよう。

(小数点以下第3位を四捨五入して、第2位まで)

(JIS基準)

(高位発熱量基準)



# 1. 熱源方式

## ■まとめ

- ・熱源方式は大別すると  
【 中央熱源方式 】 と 【 個別熱源方式 】
- ・エネルギー源は  
主に 【 電力 】 【 ガス 】 【 油 】  
(太陽熱、蒸気、高温の排熱が含まれる場合がある)
- ・様々な計画上の留意点や省エネルギー性などを踏まえて選定する

## 2. 機器類 (テキスト pp.75-90)

### ■ 冷熱源(冷水)

冷媒(液体)が蒸発して気体になるときに周囲の物体から熱を奪う性質を利用して気体や液体を冷やす冷熱源を「**冷凍機**」という。

蒸発させた冷媒(気体)を液体に戻す方法として、

- ・機械的に圧縮して行う方法
- ・化学的に行う方法

があり、それぞれ、

「**圧縮(式)冷凍**」「**吸収(式)冷凍**」という。

## 2. 機器類 (テキスト pp.75-90)

### ■ 温熱源(温水)

圧縮式冷凍機の凝縮器からの放熱を利用して気体や液体を温める温熱源を「**ヒートポンプ**」という。

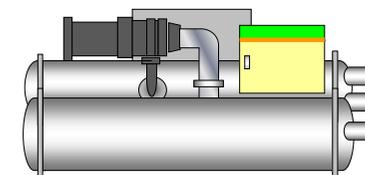
吸収式冷凍機のうち、燃料の燃焼熱で温水を製造するものは**冷温水発生機**と言う。一般的には冷水と温水は切り換えて取り出すが、冷水と温水を同時に取り出すことができるものもある。(「ダブルバンドル型」「冷温水同時取出型」と言う)

## 2. 機器類 (テキスト pp.75-90)

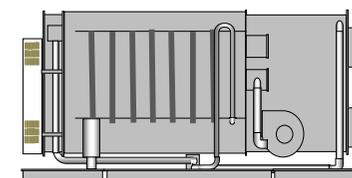
### ■ 冷熱源/冷温熱源機器

#### (1) 圧縮冷凍機

- ① 遠心冷凍機 (ターボ冷凍機)
- ② 回転式冷凍機(ロータリ式, スクロール式, スクリュー式)
- ③ 往復動冷凍機 (レシプロ式)

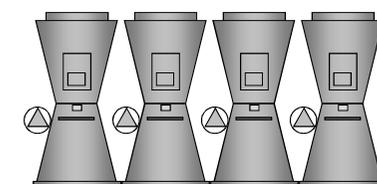
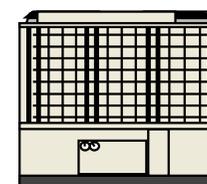


#### (2) 吸収式冷凍機, 冷温水発生機



#### (3) ヒートポンプチラー

- ① 空気熱源(空冷)ヒートポンプ
- ② 水熱源ヒートポンプ



## 2. 機器類

### (1) 圧縮冷凍機 (テキスト pp.75-80)

#### 冷凍サイクル

#### 「蒸気圧縮式」冷凍機の仕組み

#### <ポイント>

- ・冷媒はフロンやアンモニア
- ・冷媒を圧縮する方式によって機器の型式が異なる
- ・高効率

## 2. 機器類

### (2) 吸収冷凍機 (テキスト p.80)

#### 冷凍サイクル

#### 「吸収式」冷凍機の仕組み

#### <ポイント>

- ・冷媒は『 水 』
- ・吸収剤は『 臭化リチウム(LiBr) 』
- ・吸収剤の再生に熱(ガス、蒸気、高温水など)を使用
- ・缶体内は真空

## 2. 機器類

### (3) ヒートポンプチラー (テキスト p.81)

#### 冷凍サイクル

「エアコン」の冷凍サイクルと同じ

エアコンは空気が熱媒なのに対しチラーは「水」

#### <ポイント>

- ・空冷ヒートポンプチラー能力は外気温度に影響を受ける
- ・ヒートポンプ(=加熱運転)の理論COPは『冷却時+1.0』

## 2. 機器類

### ■ 熱源機器の能力単位

#### 冷凍トン

冷凍機の能力単位はSI単位の[kW]の他、USRT(米国冷凍トン)でも表されることがある。

『 1 USRTの定義 :

0°Cの水 2,000ポンド(lb) を

24時間で氷にする能力 』

## 2. 機器類

### ■ 熱源機器の能力単位

#### 冷凍トン【演習】

① 1USRTは [ \_\_\_\_\_ ]kcal/h (小数点以下は四捨五入して整数)

② 1USRTは [ \_\_\_\_\_ ]kW(小数点以下第4位を四捨五入して第3位まで)

ここで、水の凝固潜熱 : 144BTU/lb

BTU : 英国熱量単位、lb : 重量ポンド

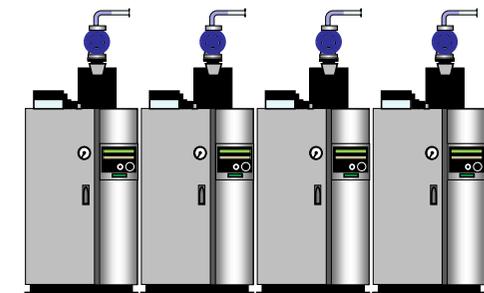
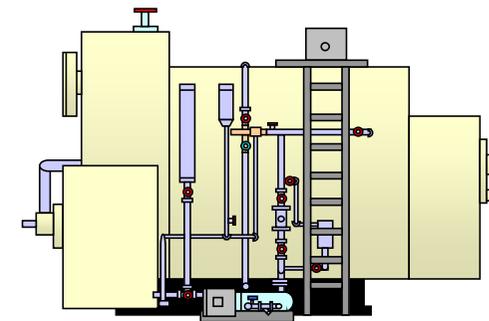
1kcal=3.968BTU、1kW=860kcal/h

## 2. 機器類

### (4)ボイラ (テキスト pp.81-85)

燃料を燃焼させて水を加熱し、蒸気を発生させる装置。温水を作る装置は温水器、温水ヒータという。

- ① 鋳鉄製ボイラ
- ② 炉筒煙管ボイラ
- ③ 真空式温水器(温水ヒータ)
- ④ 貫流ボイラ

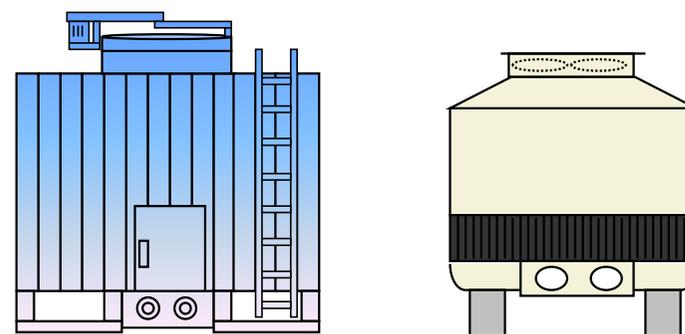


## 2. 機器類

### (5) 冷却塔 (テキスト pp.85-87)

冷凍機の冷却水(排熱)を大気により冷却(放熱)し、冷却水を循環使用するための装置である。

冷凍機を補助する役目のため、「補器類」と区分されることもある。

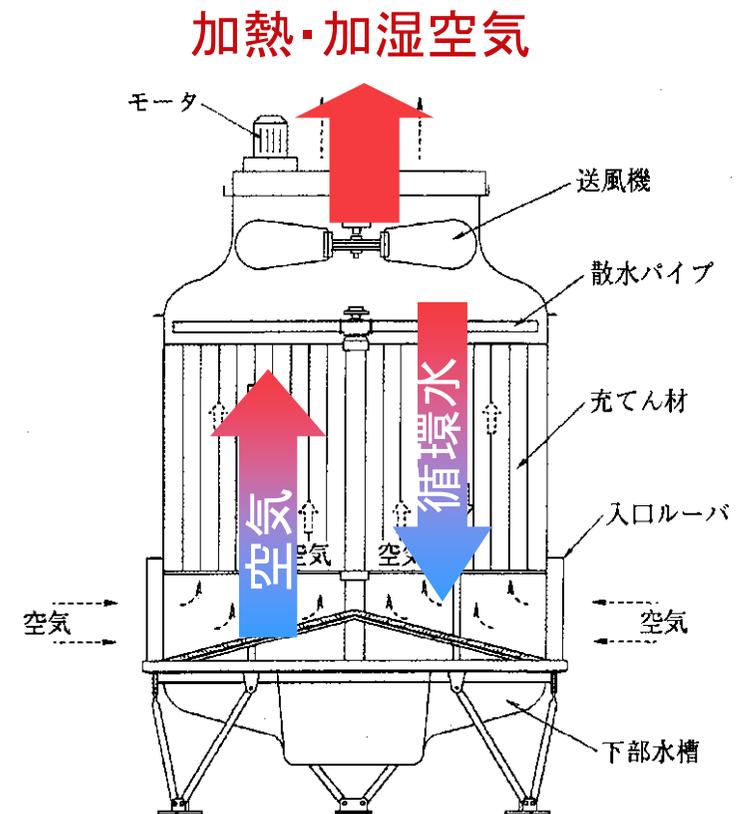
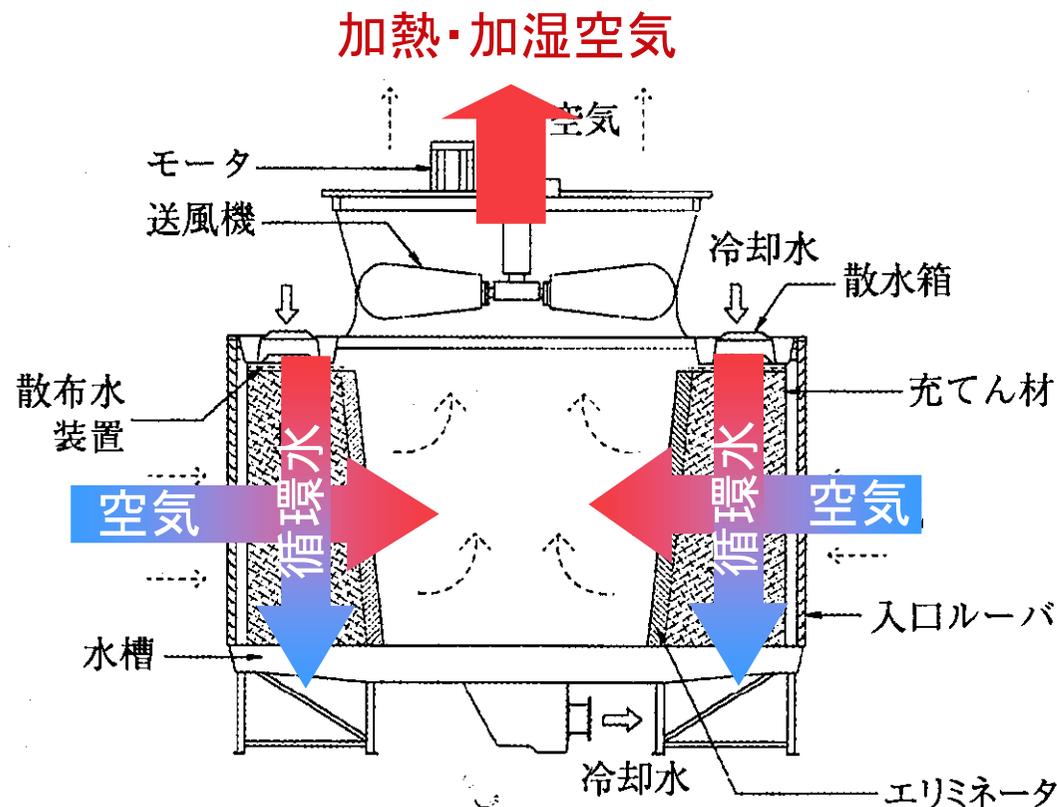


## 2. 機器類

### (5) 冷却塔<直交流型と向流型> (テキスト pp.85-87)

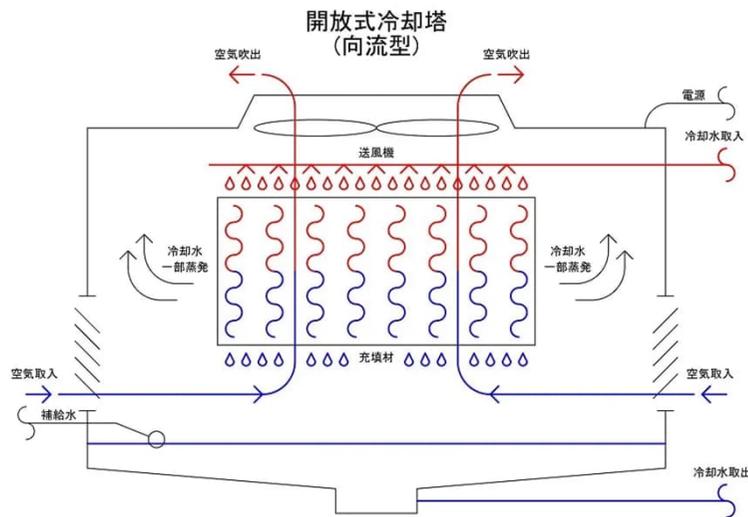
・直交流型(クロスフロー)

・向流型(カウンターストロー)



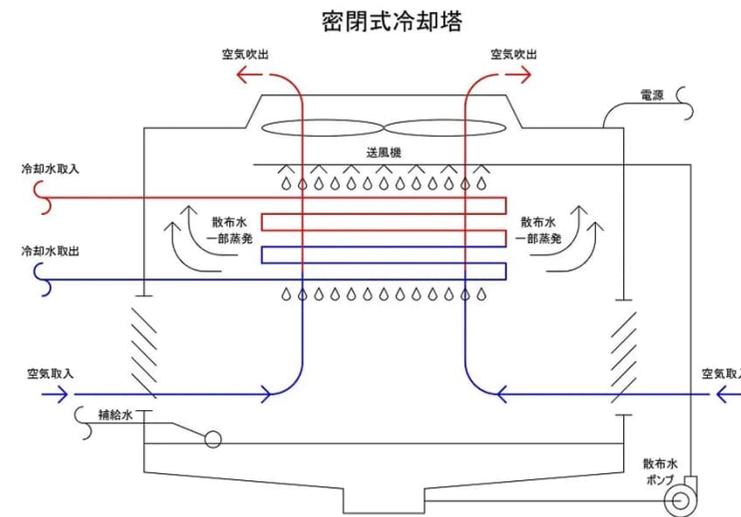
## 2. 機器類

### (5) 冷却塔<開放式と密閉式>



開放式・・・直接冷却

循環水は外気と直接接触する  
外気により循環水の**水質が悪くなる可能性がある**



密閉式・・・間接冷却

循環水は間接冷却されるため、**循環水は外気の影響を受けない**  
ただし、散布水は外気と直接接触するため、水質が悪化する可能性がある

## 2. 機器類

### (5) 冷却塔<白煙防止型>

冷却塔の排気は、外気温度が低い時や湿度が高い時に白くなる事がある。これを「**白煙**」と呼ぶ。

白煙は冷却塔の湿った排気中に含まれる水蒸気が、外気によって冷やされ凝縮し、微小な水滴となって白く見えるため、水蒸気を凝縮させなければ白煙が防止できる。

#### 【白煙の防止方法】

- ① 外気を加熱する
- ② 充てん材を出た後の空気を加熱する

## 2. 機器類

### (6)ポンプ (テキスト pp.87-89)

ポンプは外部からの動力の供給を受けて液体にエネルギーを与え、低水位または高圧のところに送る機器である。

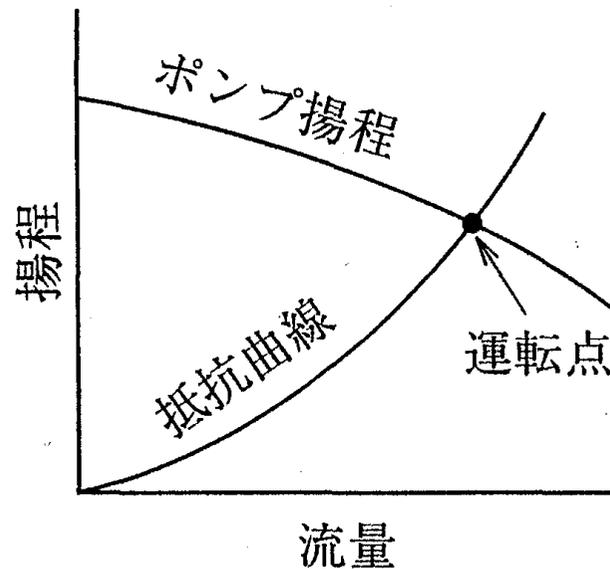
熱源システムを構成する「補器類」である。

## 2. 機器類

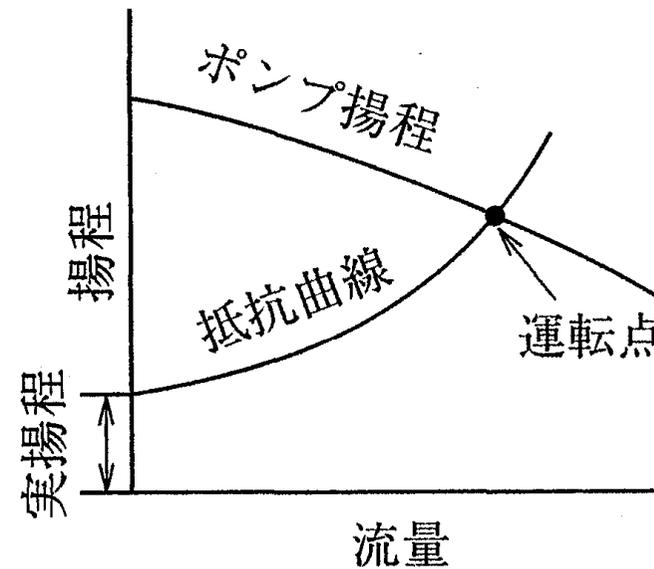
### (6) ポンプ (テキスト pp.87-89)

#### ～ ポンプの性能・特性 ～

配管系の流量は、ポンプの性能曲線(揚程曲線)と配管系の抵抗曲線との交点で決まる



(a) 密閉回路

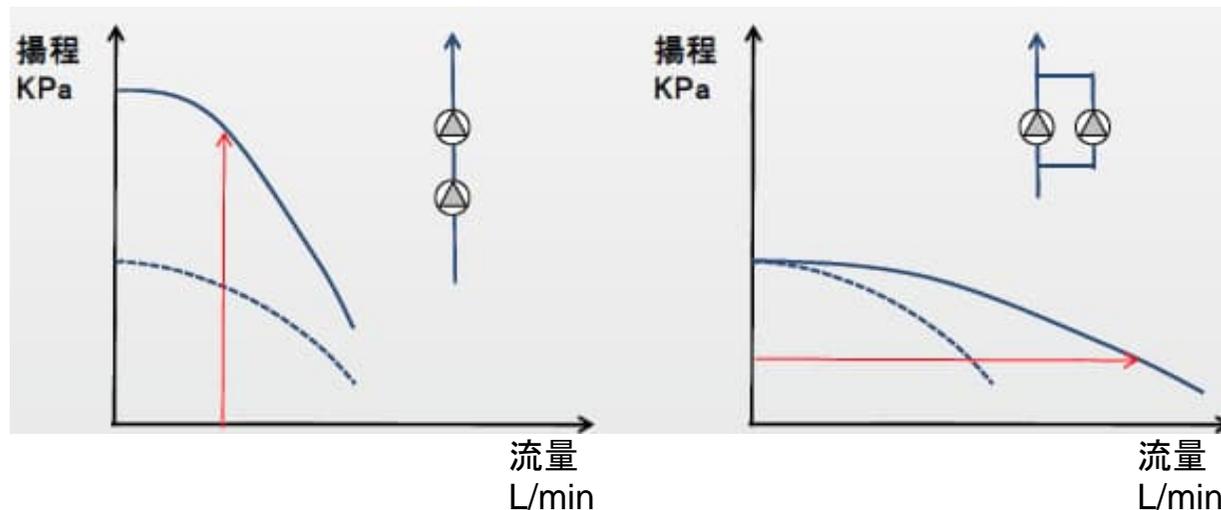


(b) 開放回路

## 2. 機器類

### (6) ポンプ (テキスト pp.87-89)

#### ～ ポンプの性能・特性 ～



<ポンプ2台直列運転>

⇒ ポンプ1台と同じ流量  
揚程は2倍

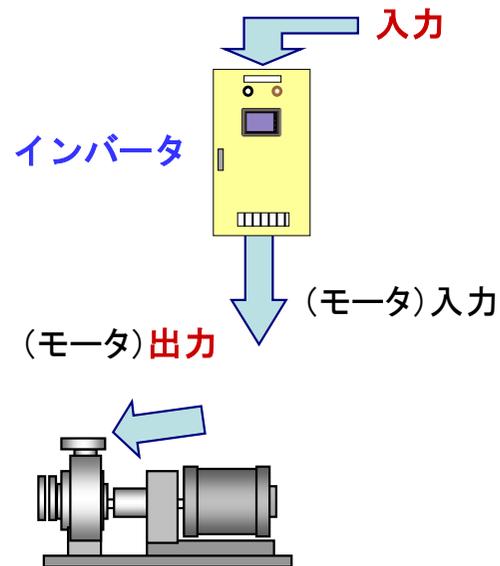
<ポンプ2台並列運転>

⇒ ポンプ1台と同じ揚程  
流量は2倍

## 2. 機器類

### (6) ポンプ

#### ＜ポンプの流量制御＞

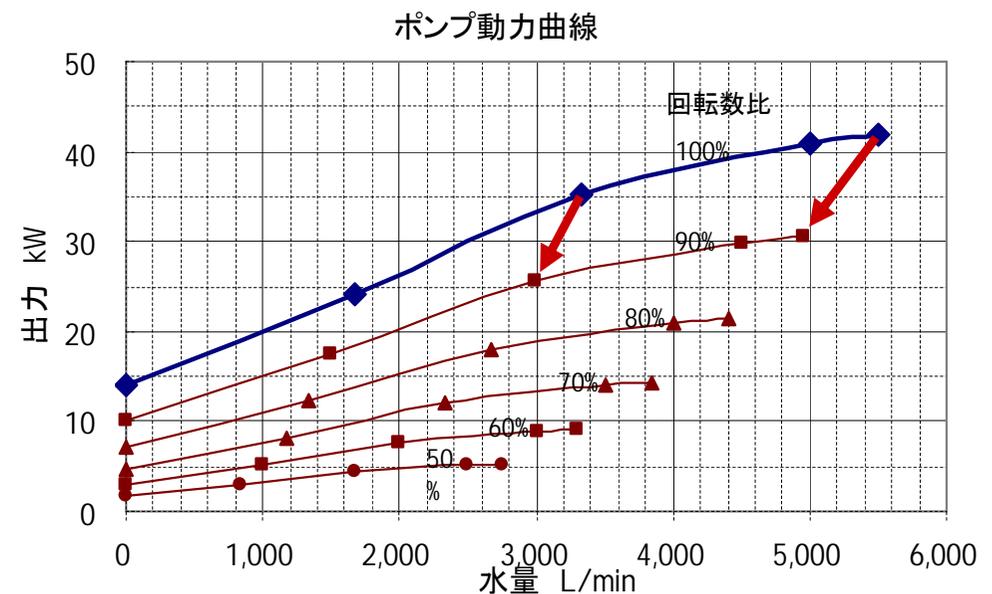
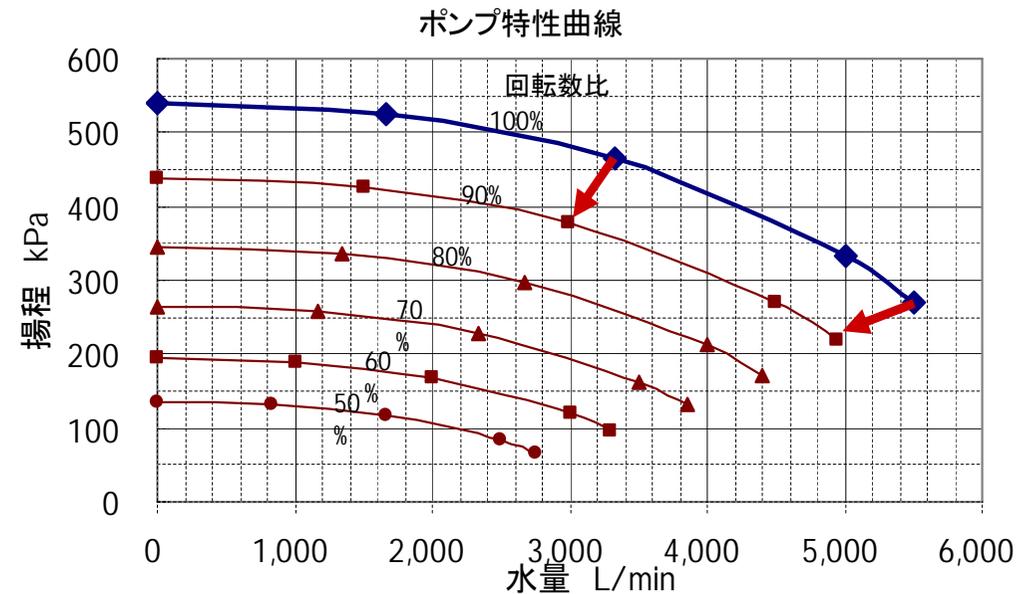


#### ＜インバータ運転時のポンプ特性変化＞

$$\text{水量} = (\text{回転数比})^1$$

$$\text{全揚程} = (\text{回転数比})^2$$

$$\text{動力} = (\text{回転数比})^3$$



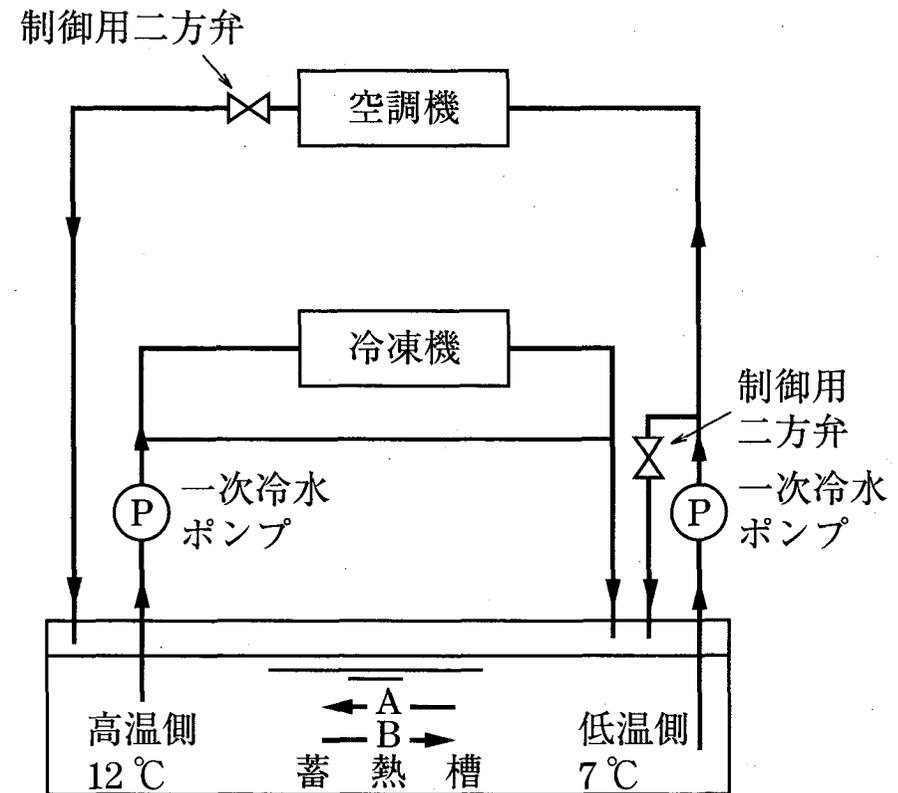
### 3. 各種熱源システム

#### ■蓄熱システム (テキスト pp.90-93)

蓄熱システムは、**電力負荷平準化**を目的とし、1973年のオイルショック以降、空調用大型水蓄熱槽によって本格的に普及した。

### 3. 各種熱源システム

＜水蓄熱システムの基本形＞ テキスト pp.90-91



「蓄熱」による運転イメージ

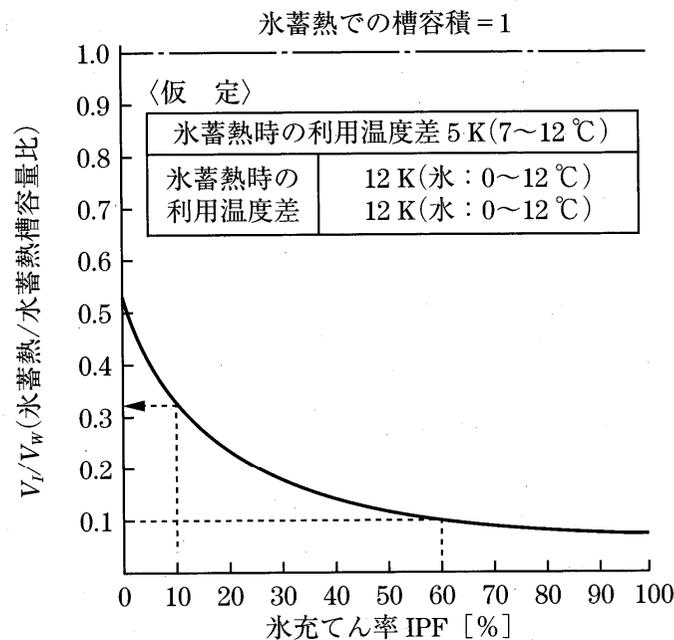
出展)一般財団法人 ヒートポンプ・蓄熱センター ホームページより

図 2.4-27 水蓄熱の配管フロー\*2

### 3. 各種熱源システム

＜氷蓄熱システム＞ テキスト p.92

水から氷への状態変化に伴う潜熱を利用し、蓄熱槽容量を大幅に縮小できる



＜利用できる熱量の違い＞

- ◆ 水蓄熱 : 顕熱(利用温度差)
- ◆ 氷蓄熱 : 潜熱 + 顕熱(利用温度差)

潜熱・・・334kJ/kg(0℃の氷⇔水)

顕熱・・・4.2kJ/(kg・K)

図 2.4-29 氷蓄熱と水蓄熱の槽容量比較\*2

### 3. 各種熱源システム

#### <氷蓄熱システム>【演習】

①水蓄熱槽で利用できる熱量(MJ)を求めてみよう

<水蓄熱槽> [ \_\_\_\_\_ ] MJ(小数点以下第2位を四捨五入して第1位まで)

#### <計算条件>

- ・蓄熱槽容量 : 1トン(1,000kg)
- ・利用温度差<水蓄熱槽> : 5°C(7°C→12°C)

ここで、水1°Cの温度変化の熱量 : 4.2kJ/(kg・K) (1°C=1K)

損失は無視する

### 3. 各種熱源システム

#### ＜氷蓄熱システム＞【演習】

②氷蓄熱槽で利用できる熱量(MJ)を求めてみよう

＜氷蓄熱槽＞ [ \_\_\_\_\_ ] MJ(小数点以下第2位を四捨五入して第1位まで)

・顕熱分は

・潜熱分は

＜計算条件＞

・蓄熱槽容量 : 1トン(1,000kg)

・利用温度差＜氷蓄熱槽＞ : 12°C(0°C→12°C)

ここで、0°Cの氷⇄水の状態変化 : 334kJ/kg 、 損失は無視する

### 3. 各種熱源システム

#### ＜蓄熱システムの長所＞

- ① 熱源容量の低減及びそれに伴う受電容量の削減
- ② 契約電力の削減と安価な深夜電力によるランニングコストの低減
- ③ 熱源機器の高負荷運転による機器の効率向上
- ④ 負荷の増加、機器故障時に運転時間延長による対応がある程度は可能
- ⑤ 非常用水としての利用が可能

### 3. 各種熱源システム

#### ＜蓄熱システムの短所＞

- ① 蓄熱槽の構築費がかかる
- ② 槽からの熱損失がでる
- ③ 水の混合による温度ポテンシャルの低下
- ④ ポンプ動力の増加
- ⑤ 開放回路部分の腐食防止の為、水質管理が必要

## 3. 各種熱源システム

### ■コージェネレーションシステム pp.93-94

コージェネレーションシステムは、**電力と熱を同時に供給する**システムで、発電機、原動機、排熱回収装置より構成される

### 3. 各種熱源システム

#### ■ 地域冷暖房 テキスト p.95

地域冷暖房(DHC: District Heating & Cooling)は、1か所または数か所のエネルギープラントから複数の建物に配管を通して冷水、温水(または蒸気)を供給し、冷房、暖房、給湯を行うシステムをいう。

## 3. 各種熱源システム

### ■ 太陽熱の利用

太陽熱集熱器により温水を製造し、冷房時は吸収式温水機の再生器用の熱源に利用し、暖房時は温水用の熱源として利用する。雨天や曇天の日に太陽熱が不足する時は、ガスの燃焼熱でバックアップを行う。

## 3. 各種熱源システム

### ■ 地中熱の利用

地中熱とは、浅い地盤中に存在する低温の熱エネルギーで、地中の温度は地下10～15mの深さになると、年間を通して一定の温度になる。地中温度は、夏場は外気温度よりも低く、冬場は外気温度よりも高いことから、この温度差を利用して効率的な冷暖房等が行える。

## 付録 機器の呼び方について

各機器は場面ごとに通称や略称、商品名で呼ばれることがある。厳密に分類すると必ずしも同じものではない場合もあるが、ここに一例をまとめておく。

中央熱源方式 ⇔ セントラル熱源方式

ターボ冷凍機 ⇔ ターボ

冷却塔 ⇔ クーリングタワー ⇔ タワー

ナチュラルチラー

冷温水発生機 ⇔ 発生機 ⇔ 吸収式冷温水機 ⇔ 冷温水機

ガス焚冷温水発生機 ⇔ ガス焚吸収式冷温水発生機 ⇔ ガス吸

チラー ⇔ チリングユニット ⇔ 冷凍機 ⇔ 空冷(水冷)チラー

ヒートポンプ ⇔ ヒーポン

## 付録 【演習】 冷凍能力から水量を求める

冷凍能力 200 USRTの熱源機から送水できる冷水流量 L/minを求めてみよう。  
冷水条件は 出口(往)温度 7°C、入口(還)温度 12°C とする。

$$\text{基礎式 } L_c = \frac{3,600 \cdot \text{HRC}}{60 \cdot c \cdot \rho \cdot (t_{wc1} - t_{wc2})} \doteq \frac{14.3 \cdot \text{HRC}}{\Delta t_{wc}}$$

ここに、 $L_c$  : 冷水量[L/min]

HRC: 冷凍能力[kW]

$c$  : 水の比熱[kJ/(kg·K)]( $\doteq 4.19$ )

$\rho$  : 水の密度[kg/L](=1.0)

$t_{wc1}$ : 冷水入口温度[°C]

$t_{wc2}$ : 冷水出口温度[°C]

$\Delta t_{wc}$ : 冷水出入口温度差[°C]

## 付録 【演習】 冷凍能力から水量を求める

冷凍能力 200 USRTの熱源機から送水できる冷水流量 L/minを求めてみよう。  
冷水条件は 出口(往)温度 7°C、入口(還)温度 12°C とする。

$$\text{基礎式 } L_c = \frac{860 \cdot \text{HRC}}{60 \cdot c \cdot \rho \cdot (t_{wc1} - t_{wc2})} \doteq \frac{860 \cdot \text{HRC}}{60 \cdot \Delta t_{wc}}$$

ここに、 $L_c$  : 冷水量[L/min]

HRC: 冷凍能力[kW]

$c$  : 水の比熱[kcal/(kg·°C)]( $\doteq 1.0$ )

$\rho$  : 水の密度[kg/L](=1.0)

$t_{wc1}$ : 冷水入口温度[°C]

$t_{wc2}$ : 冷水出口温度[°C]

$\Delta t_{wc}$ : 冷水出入口温度差[°C]

## 付録 【演習】 負荷から必要蒸気量を求める

加熱負荷 500 kWのとき、必要となる蒸気流量 kg/hを求めてみよう。蒸気圧力は 0.2MPaG、蒸気の凝縮潜熱は2,163 kJ/kg とする。

$$\text{基礎式 } G = \frac{3,600 \cdot HE}{\gamma}$$

ここに、G : 蒸気量[kg/h]

$\gamma$  : 蒸気の凝縮潜熱[kJ/kg]

HE : 負荷[kW]

### ◇ ゲージ圧と絶対圧

ゲージ圧は大気圧を「0」とし、

絶対圧は絶対真空を「0」として表す

「ゲージ圧」＝「絶対圧」－「大気圧(≒0.101MPa)」



# 令和7年度 初級技術者のための研修会 サブテキスト

## 自動制御・中央監視設備

2025年 10月15日(水)

講師：アズビル（株）ビルシステムカンパニー

堀内 洋

# 学会書籍 記載ページ

## 1. 空気調和・衛生設備の知識（改訂4版）

・p.22～24 1.3.3 ビル管理システムの必要性

●・p.148～150 2.11.3 中央監視・自動制御設備

・p.273 4.3.3 中央監視制御設備の概要

## 2. 空気調和設備 計画設計の実務の知識（改訂4版）

・p.313～329 第10章 自動制御・中央監視システム

## 3. 給排水衛生設備 計画設計の実務の知識（改訂4版）

記載なし

# 目次

**第1章 空調自動制御の概要**

**第2章 空調機廻り制御**

**第3章 熱源廻り制御**

**第4章 中央監視システム**

# 第1章 空調自動制御の概要

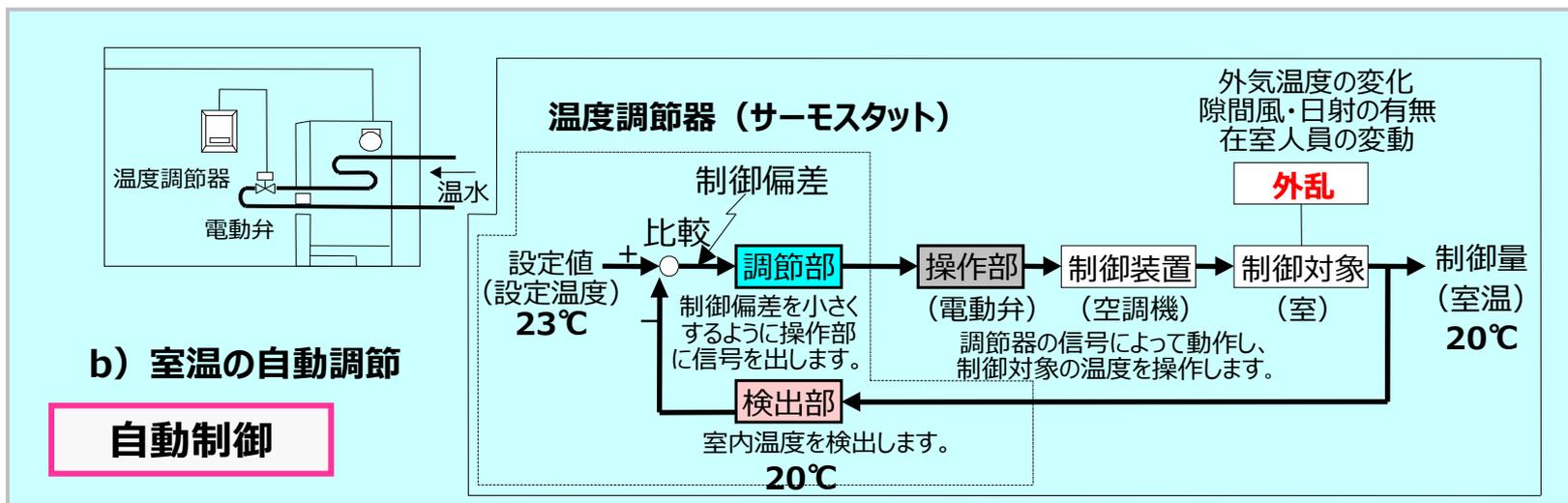
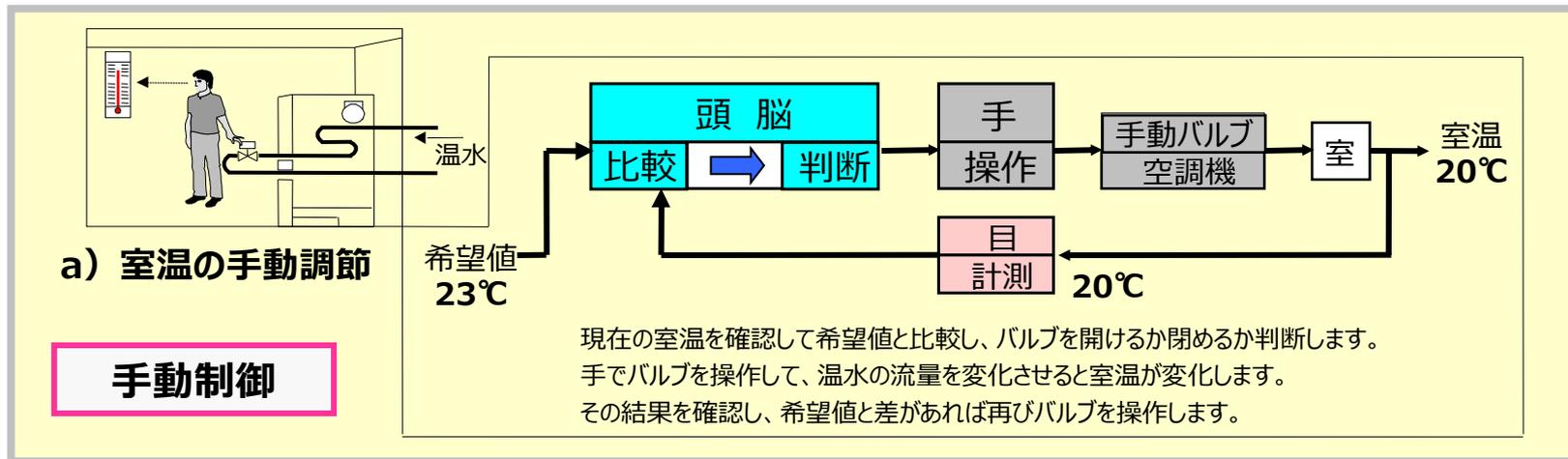
1.1 空調自動制御のしくみ

1.2 制御動作

1.3 自動制御機器

# 1.1 空調自動制御のしくみ

## 1.1.1 手動制御と自動制御



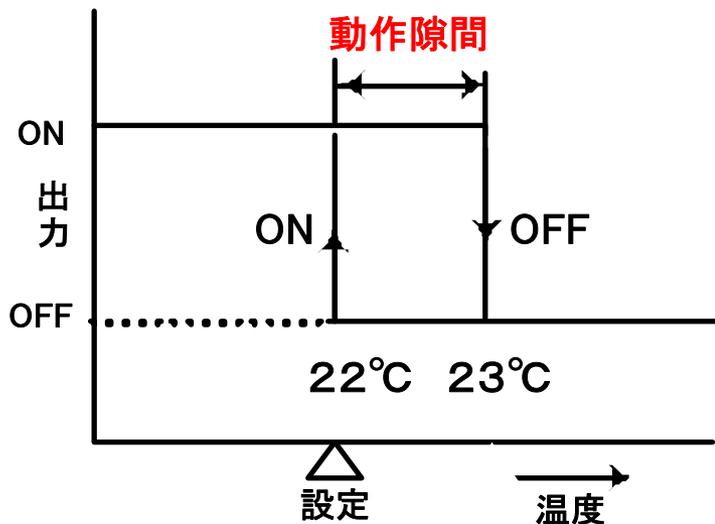
# 1.2 制御動作

## 1.2.1 制御動作の分類

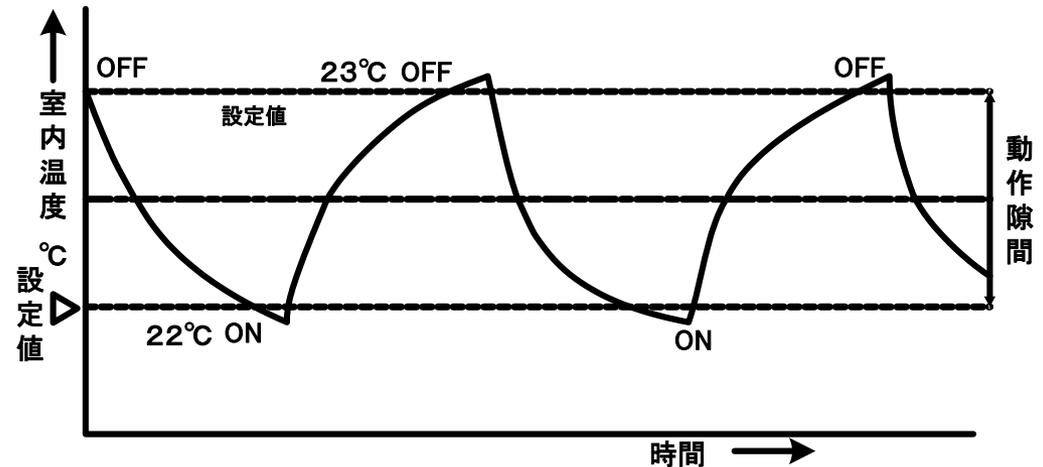
名称	概要	英語
二位置動作 (ON/OFF動作)	制御量（室内温度）が目標値（設定値）を超えたときに、操作部（調節弁）を全開（ON）や全閉（OFF）する制御動作である。	On-off control action
比例動作 (P動作)	偏差（室内温度と設定値の差）に比例した操作量を出力する制御動作である。（P動作）	Proportional action
積分動作 (I動作)	偏差が生じた時に、偏差分を時間積分して操作量を出力する制御動作である。  （一般に積分動作は比例動作と組合せて使用される。（PI動作））	Integral action または Reset action
微分動作 (D動作)	偏差の変化率の大きさに比例した操作量を出力する制御動作である。  （一般に微分動作は比例動作、積分動作と組合せて使用される。（PID動作））	Derivative action または Rate action

## 1.2.2 二位置動作（ON/OFF動作）

- 制御量（室内温度）が目標値（設定値）を超えたときに、操作部（調節弁）をON（全開）や、OFF（全閉）する制御動作である。
- ON（全開）とOFF（全閉）の偏差を「動作隙間」と呼ぶ。
- 動作隙間が小さいと頻繁なON（全開）OFF（全閉）を繰り返す事になり（ハンチング動作）、動作隙間が大きいと制御精度が悪くなる。



動作図（暖房動作の例）

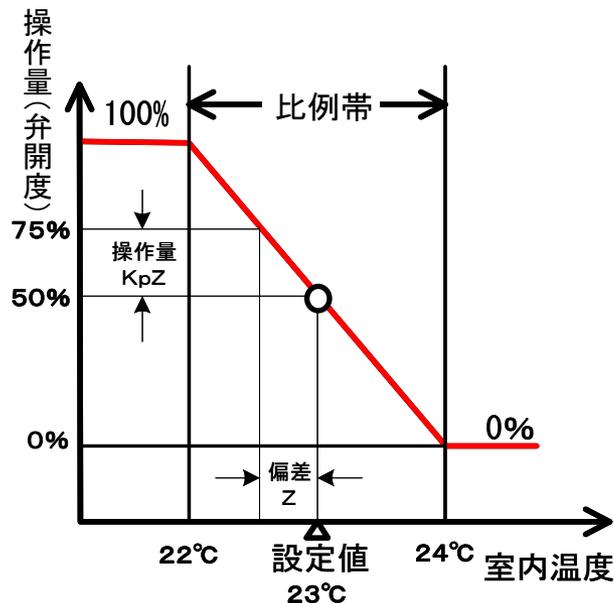


応答特性例

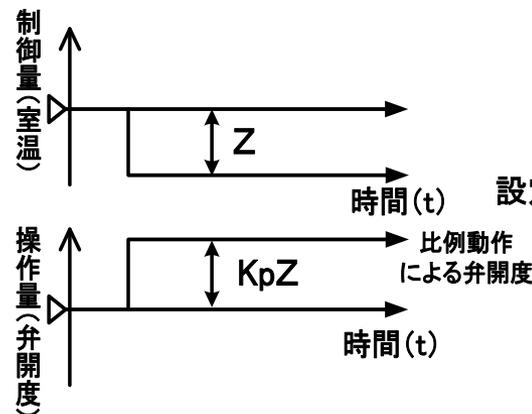
# 1.2.3 比例動作 (P動作)

- 比例動作は**偏差 (室内温度と設定値の差)** に比例した操作量を出力する制御動作である。
- 操作量が0~100%変化するのに要する制御量の変化幅を**比例帯**と呼ぶ。
- 比例帯が小さいと制御結果がハンチングし易く、比例帯が大きいと定常偏差 (オフセット) が大きくなる。
- 比例動作では、外乱により偏差が生じると操作量が変化するが、**外乱が継続し負荷と操作量がバランス**すると、それ以上に操作量は増減しない。

この時の室内温度と設定値の差を**定常偏差 (オフセット)**と呼び、比例動作では修正できない偏差である。

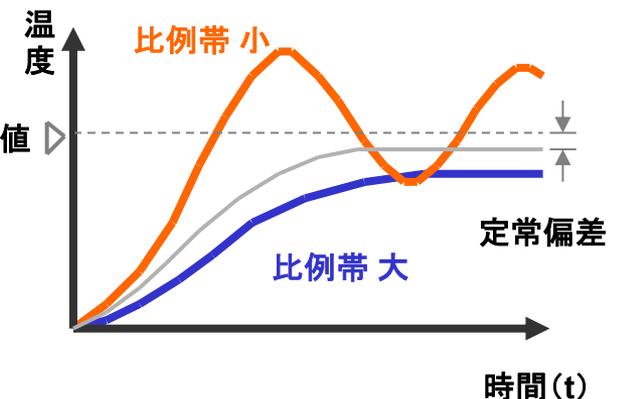


動作図 (暖房動作の例)



比例動作による操作量  
 $Y_P = K_p Z \dots$  (簡略式)

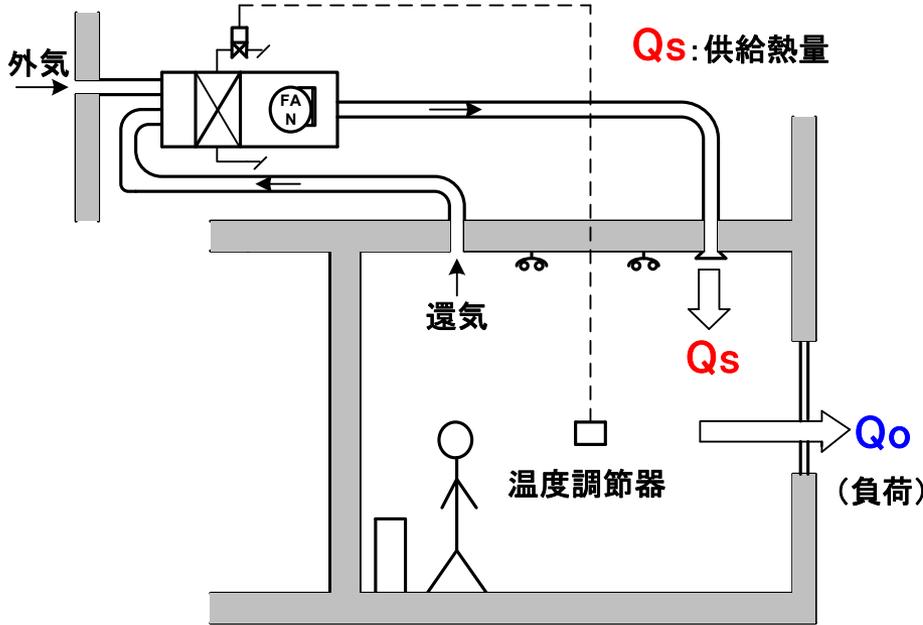
操作量 (Yp) の時間変化



応答特性例

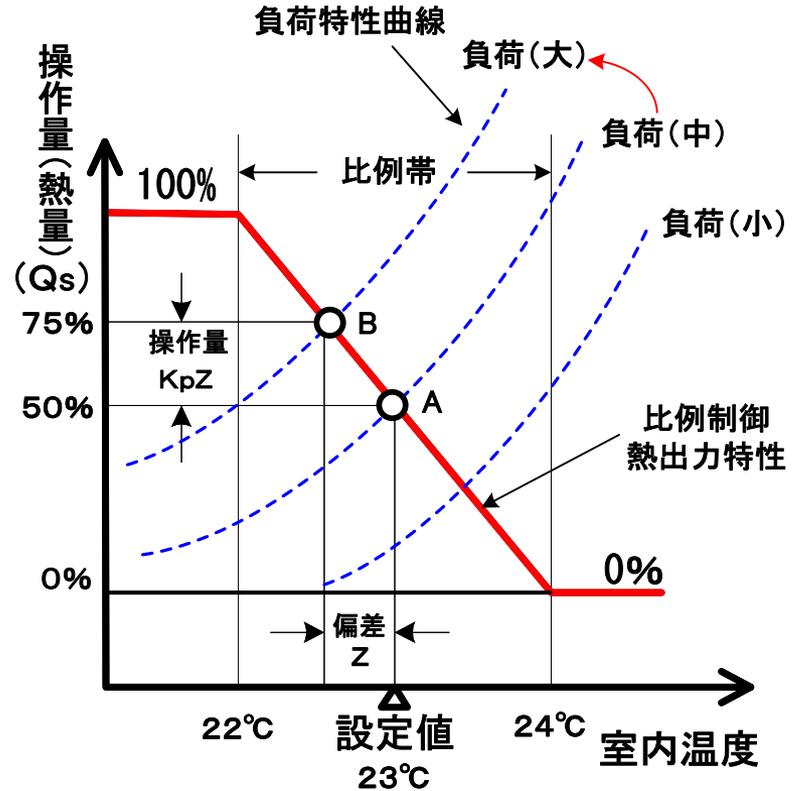
# 1.2.3 比例動作 (P動作)

## 比例動作で定常偏差 (オフセット) が残る理由



温度制御システム図 (暖房・比例動作)

室内温度は負荷熱量 $Q_o$ と供給熱量 $Q_s$ が  
バランスする温度で一定となる。



温度制御動作図 (暖房・比例動作)

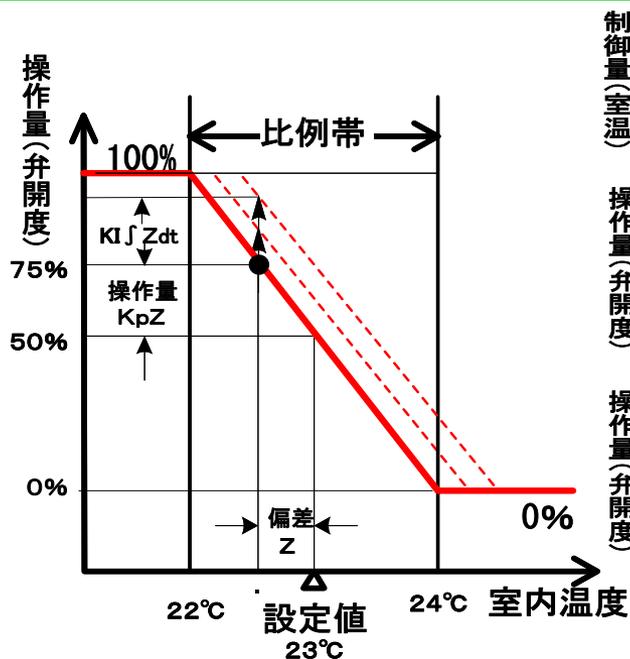
比例動作では熱出力特性線を変化させる事ができ  
ないので、**空調負荷が変化すると室内温度が  
変わる。**

# 1.2.4 比例 + 積分動作 (PI 動作)

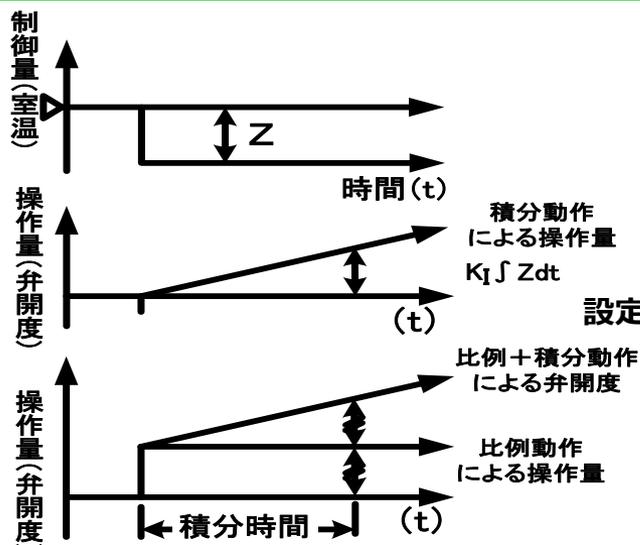
- 比例 + 積分動作は、比例動作に積分動作を加えた制御動作で、操作量は比例動作による操作量と積分動作による操作量を加算した値となる。
- **積分動作**は偏差が生じた時に**偏差分を時間積分して操作量**を出力する制御動作である。
- 偏差が続く限り操作量はその偏差を修正する方向に増減するため、**定常偏差 (オフセット)**をなくす事ができる。
- 積分動作の**効き具合を表すのに「積分時間」**がある。

比例動作による操作量と積分動作による操作量が等しくなるまでの時間を**積分時間**と呼ぶ。

**積分時間を短く設定すると積分動作は強く働き、長く設定すると緩やかに働く。**



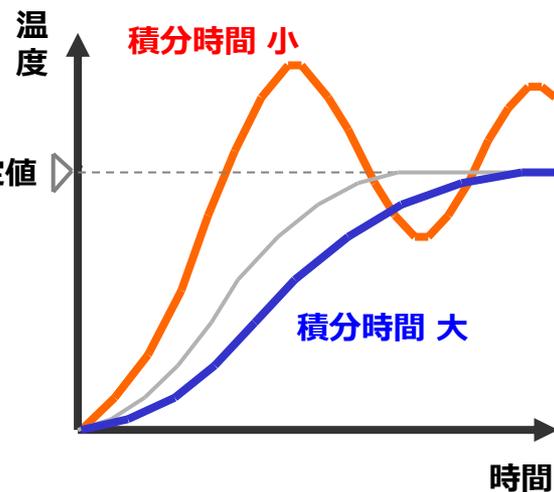
動作図 (暖房動作の例)



比例 + 積分動作による操作量  

$$Y_{PI} = K_P Z + K_I \int Z dt \dots (\text{簡略式})$$

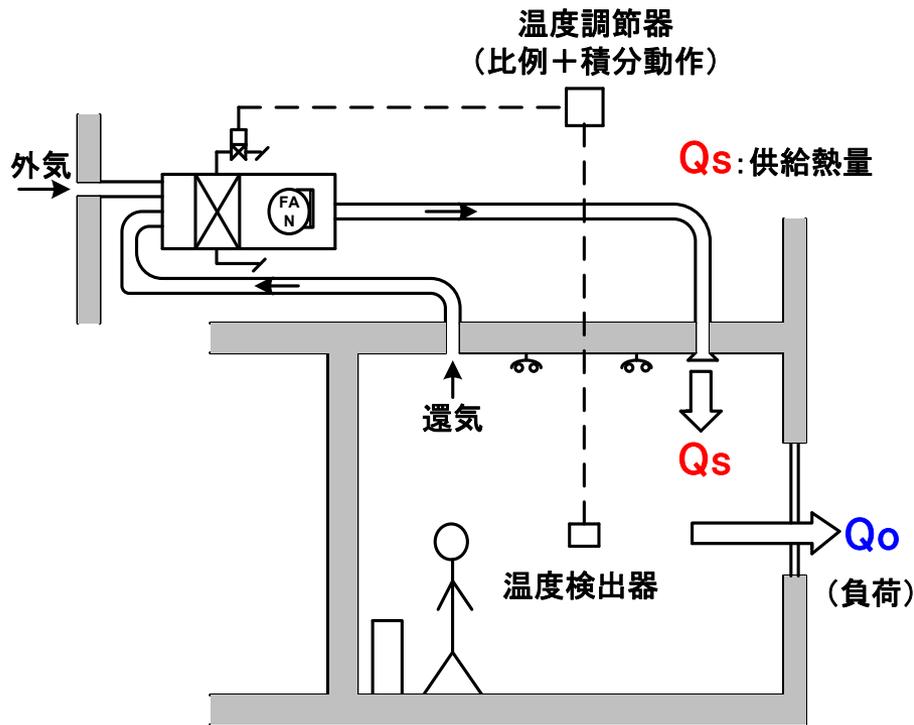
操作量 (YPI) の時間変化



応答特性例

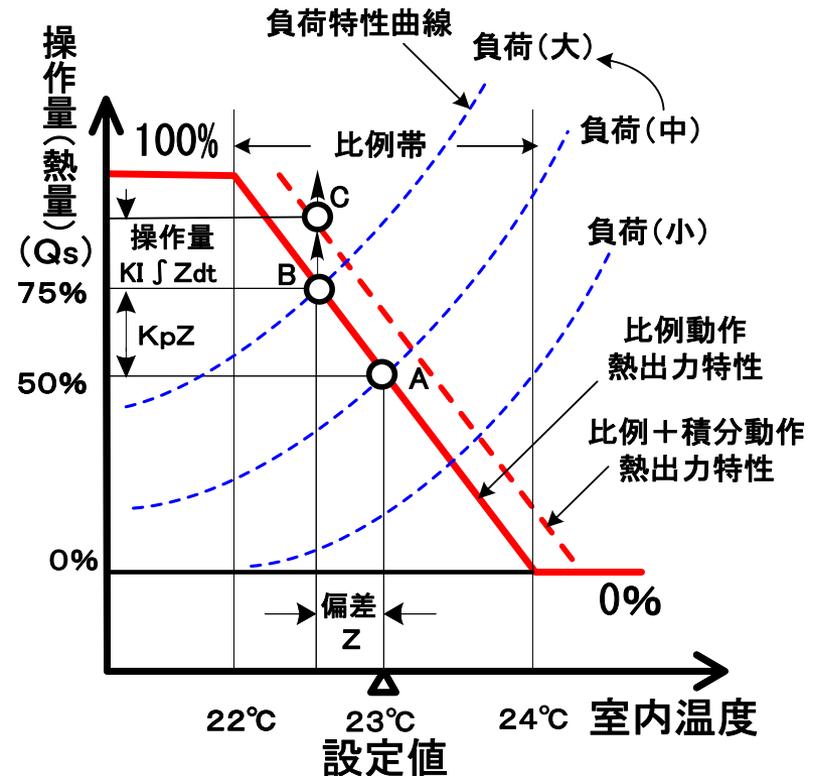
# 1.2.4 比例+積分動作 (PI 動作)

## 積分動作により定常偏差 (オフセット) が除去できる理由



温度制御系統図 (比例+積分動作)

室内温度は負荷熱量 $Q_o$ と供給熱量 $Q_s$ がバランスする温度で一定となる。

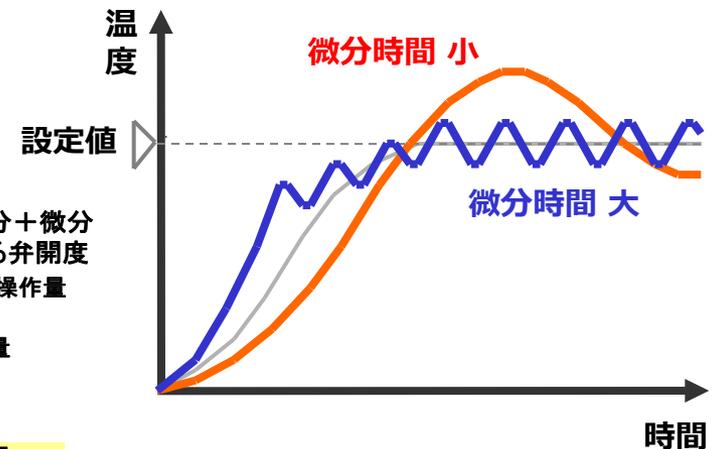
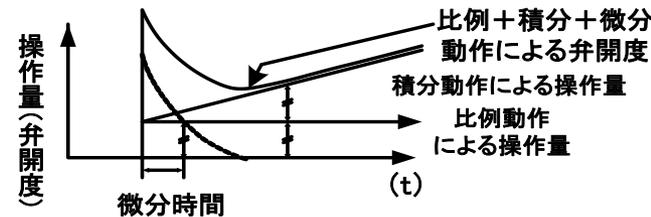
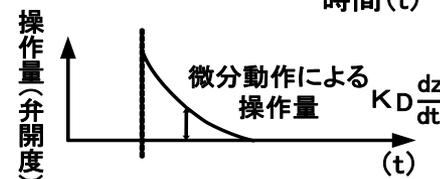
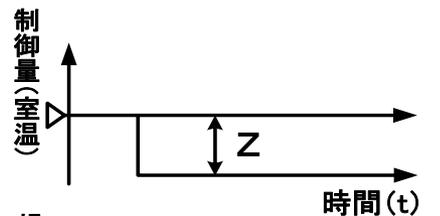
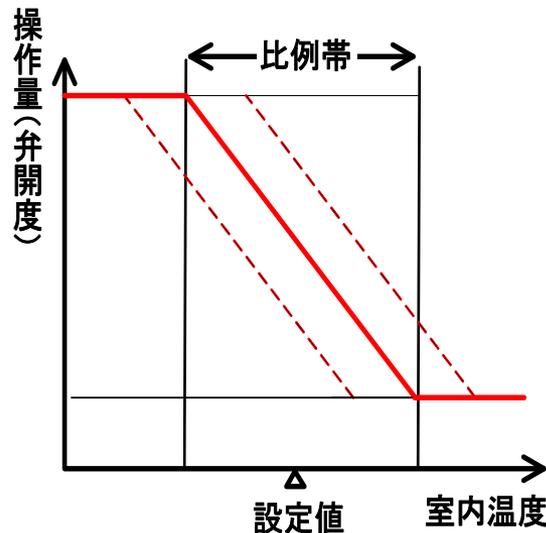


温度制御動作図 (比例+積分動作)

比例+積分動作では熱出力特性線を変化させる事ができるので、空調負荷が変化しても設定値に一致させることができる。

# 1.2.5 比例 + 積分 + 微分動作 (PID動作) (参考)

- 微分動作は、偏差の変化率の大きさに比例した操作量を出力する制御動作である。
- 微分動作は、実際には比例 + 積分 + 微分動作 (PID動作) として使用されるが、空調の温度・湿度の制御系においては、系の応答遅れが大きく、微分動作の効果が少ないことから余り使用されていない。



比例・積分・微分動作の操作量

$$Y_{PID} = K_P Z + K_I \int Z dt + K_D \frac{dz}{dt} \dots \text{(簡略式)}$$

作動図 (暖房動作の例)

操作量 ( $Y_{PID}$ ) の時間変化

応答特性例

## 1.2.6 制御動作の適用（参考）

### 空調自動制御への適用例

制御動作	空調機系統		
	室内温度 室内湿度	給気温度 給気露点温度	還気温度 還気湿度
二位置動作	○	× *2	○
比例動作	○	× *3	○
比例+積分動作	○	○	○
比例+積分+ 微分動作	× *1	△	× *1

凡例 ○：適用できる △：適用できる場合がある ×：適用できない

\*1：微分動作はステップ状入力では瞬時的な修正信号が出力されるが、応答遅れが大きい温度・湿度制御系では、あまり効果はない。

\*2：系の応答が速く、「ON/OFF」を繰り返す。

\*3：比例帯を小さくするとハンチングを起こし、大きくすると定常偏差（オフセット）が大きくなるため積分動作が必要である。

# 1.3 自動制御機器

## 1.3.1 センサ（検出器）

### 温度センサ

検出素子（白金）の温度による電気抵抗変化を計測し温度を測定する。



室内用



ダクト用



配管用

### 湿度センサ

高分子材料の吸湿による静電容量変化を計測し湿度を測定する。



室内用



ダクト用

### 圧力センサ

ダイヤフラムに形成された半導体歪ゲージの抵抗変化を計測し圧力を測定する。（ピエゾ効果）



精密計測用



一般用

### 流量計（電磁流量計）

磁界中を流れる流体の起電力を計測して流速を算出、流量を測定する。（ファラデーの電磁誘導の法則）



電磁流量計（変換器一体形）

## 1.3.2 コントローラ（調節器）

### 電気式調節器

温度・湿度の変化によりベローズ、ダイヤフラムなどが膨張・収縮し、ポテンシオメータの抵抗信号やマイクロスイッチの接点信号により、操作器を駆動する方式である。



### 電子式調節器

センサで温度、湿度を検出し、電子回路で構成された調節器により、操作器を駆動する方式である。



### DDC（Direct Digital Controller）

調節器の機能をマイクロプロセッサなどのデジタル装置で行っているものをDDCと呼ぶ。空調機制御用DDCは、マルチループタイプのもので多用されており、空調システムに合わせて制御プログラムを構築できる。

#### 空調機制御用DDC



空調機の温度、湿度制御などを行う。

制御演算部 入出力変換器部  
(I/Oモジュール)

#### 熱源機制御用DDC



熱源機、ポンプの台数制御、送水圧力制御などを行う。

# 1.3.3 アクチュエータ（操作器） 制御弁&ダンパ操作器

## 空調機用



電動二方弁（冷水、温水、蒸気用）



電動二方弁（蒸気用）  
（スプリングリターン形）



電動ボール弁



ダンパ操作器

## 熱源用



電動バタフライ弁  
（冷水、温水用）

# **第2章 空調機廻りの制御**

## **2.1 定風量空調機の計装**

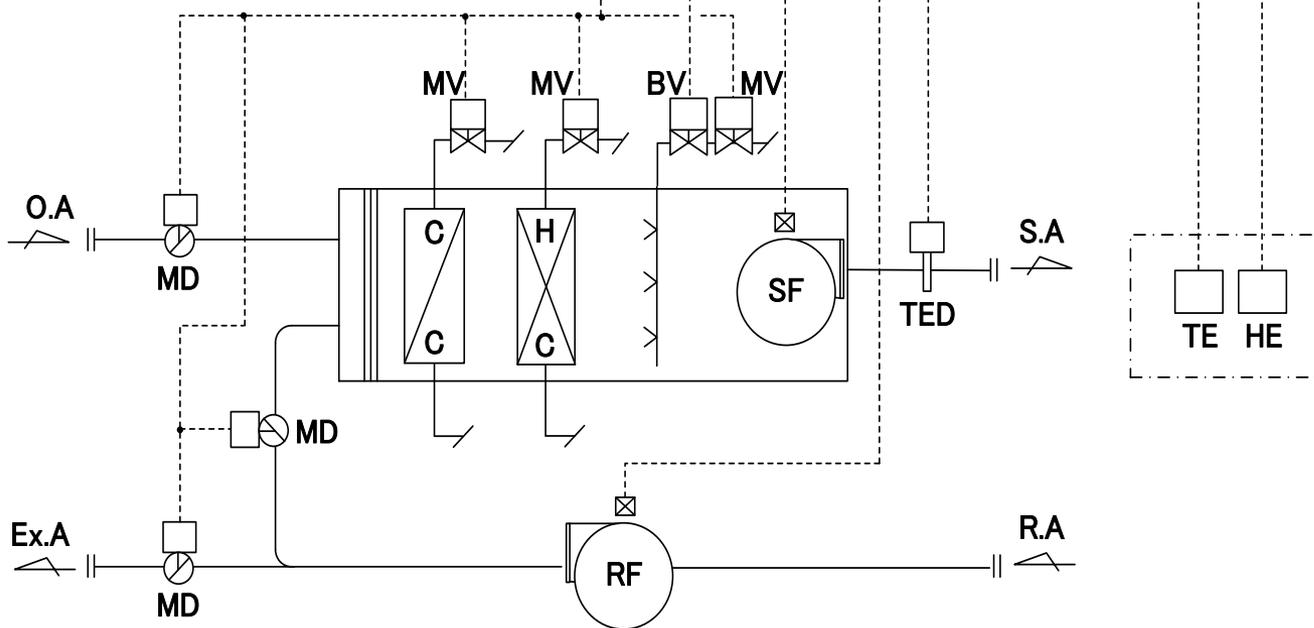
## **2.2 定風量空調機の制御項目**

## **2.3 変風量空調機の計装**

## **2.4 変風量空調機の制御項目**

# 2.1 定風量空調機の計装

中央と通信



## 【記号凡例】

- TE : 室内形温度検出器
- TED : 挿入形温度検出器
- HE : 室内形湿度検出器
- DDC : 空調機用デジタル調節器
- MV : モータバルブ (電動二方弁)
- BV : 電動ボール弁
- MD : ダンパモータ

## 【制御項目】

1. 室内温度制御  
(給気温度カスケード制御)
2. 室内湿度制御
3. 外気冷房制御
4. ウォーミングアップ制御  
(OA・ExA用MD全閉、RA用MD全開、加湿器停止)
5. 空調機停止時のインターロック制御  
(MV全閉、OA・ExA用MD全閉、RA用MD全開、加湿器停止)
6. 中央監視システムとの通信  
(発停・監視・設定・計測)

# 2.2 定風量空調機の制御項目

## 2.2.1 温度制御 (1)

### ■ センサの設置場所による温度制御の分類

#### 1. 室内温度制御 (センサ①)

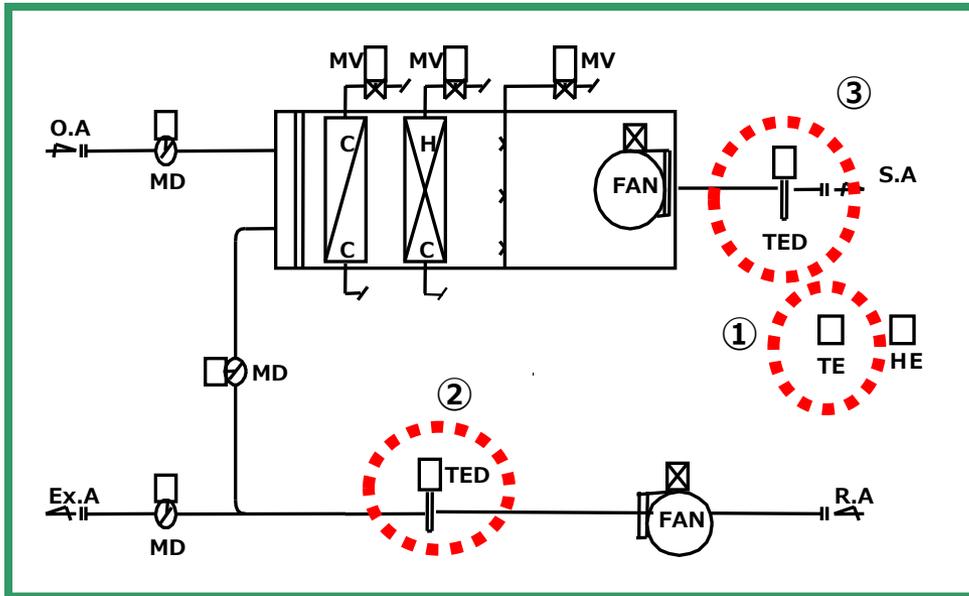
定風量空調機で一般的に採用される。

#### 2. 還気温度制御 (センサ②)

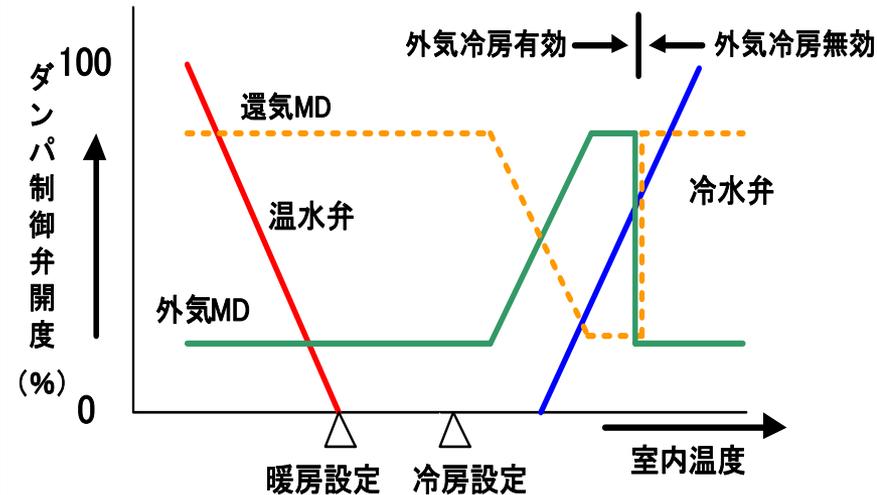
定風量空調機で、大きな部屋などを大まかに温度制御する場合に採用される。

#### 3. 給気温度カスケード制御 (センサ①・③)

室内温度制御系の出力信号により給気温度制御の目標値を変化させて行う制御である。



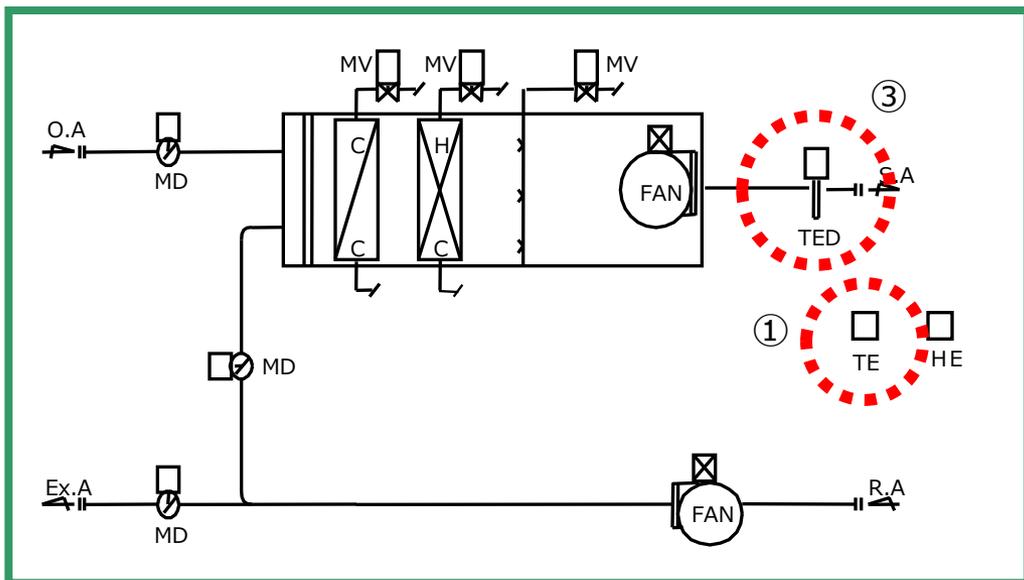
温度センサの設置場所



制御動作図 (室内温度制御)

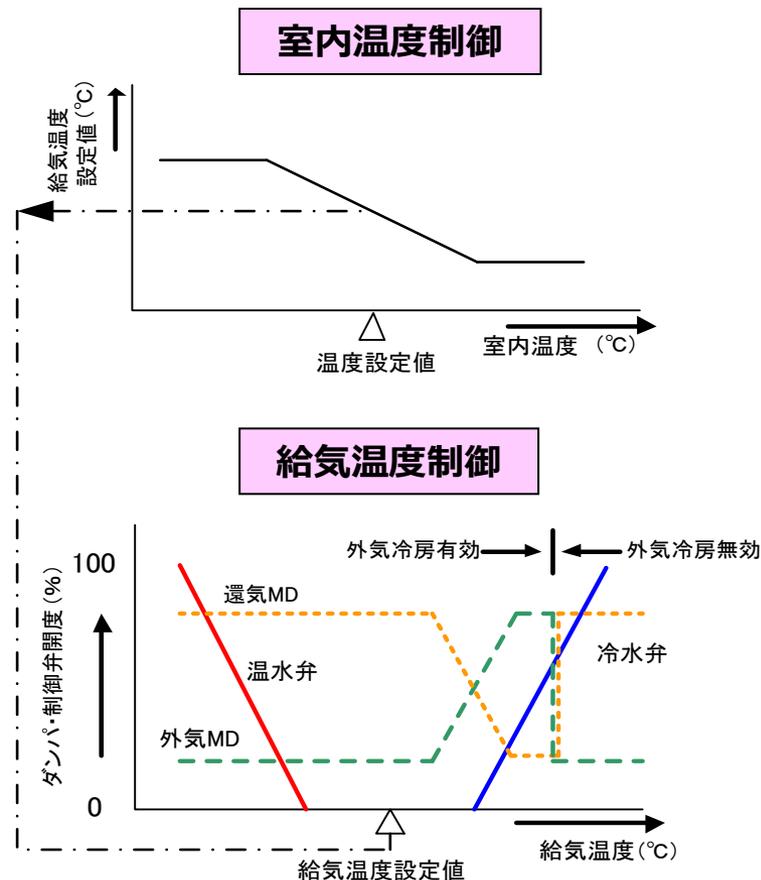
## 2.2.1 温度制御 (2)

### ■ 給気温度カスケード制御



#### カスケード制御の利点

- ① 空調機系統に外乱（冷水/温水温度、圧力、外気温度などの変化）が生じた時に、即座に制御弁開度の修正が行われる。（制御性が向上する）
- ② 給気温度の上限値・下限値が設定できる。（コールドドラフトの防止ができる）



制御動作図

## 2.2.2 湿度制御

### ■ センサの設置場所による湿度制御の分類

#### 1. 室内湿度制御（センサ①）

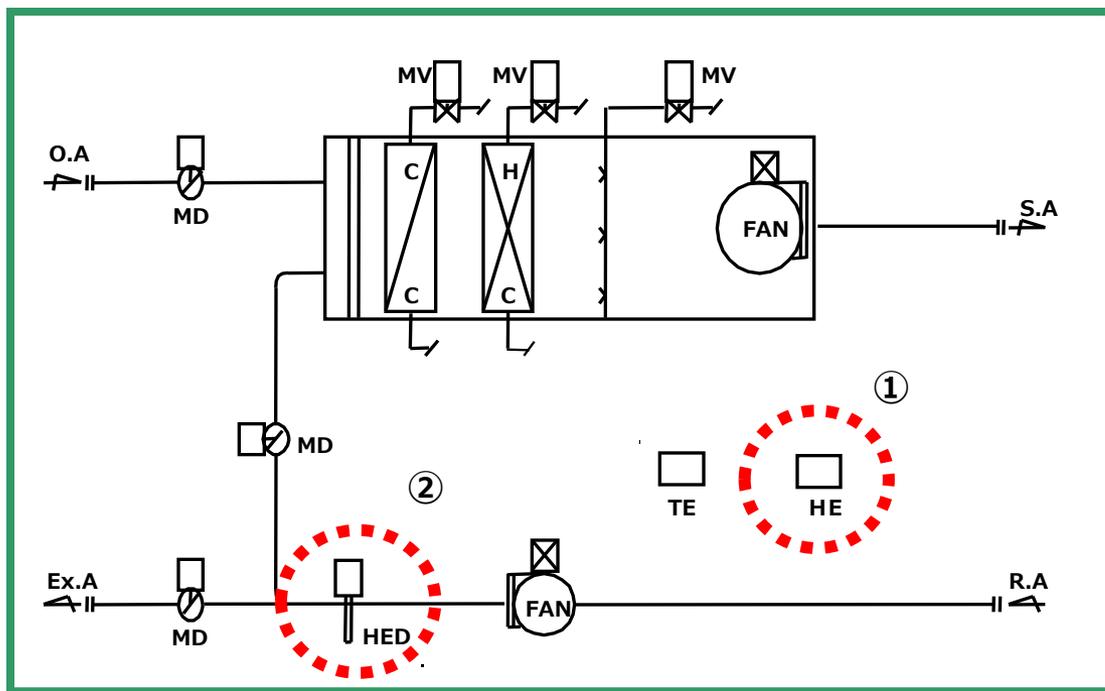
ON/OFF制御：主に加湿器が滴下気化式加湿器などの水加湿器の場合に採用される。

比例制御：主に加湿器が蒸気加湿器の場合に採用される。

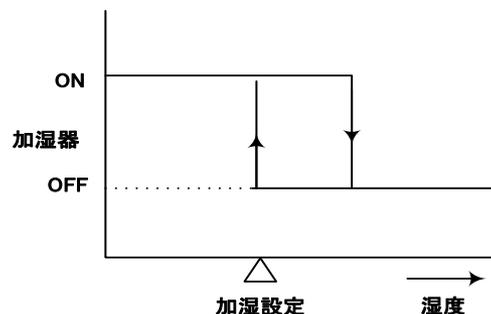
#### 2. 還気湿度制御（センサ②）

ON/OFF制御：主に加湿器が滴下気化式加湿器などの水加湿器の場合に採用される。

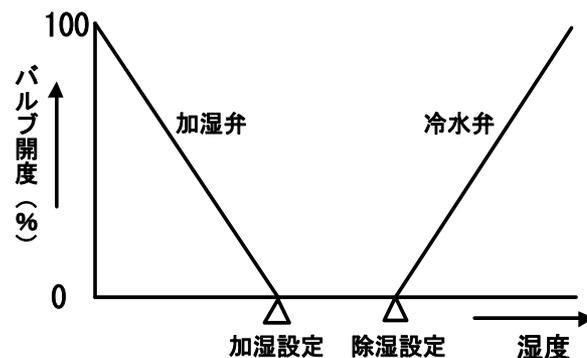
**（蒸気加湿器の還気湿度制御は、加湿オーバーとなり易いため採用しない）**



湿度センサの設置場所



ON/OFF制御



比例制御

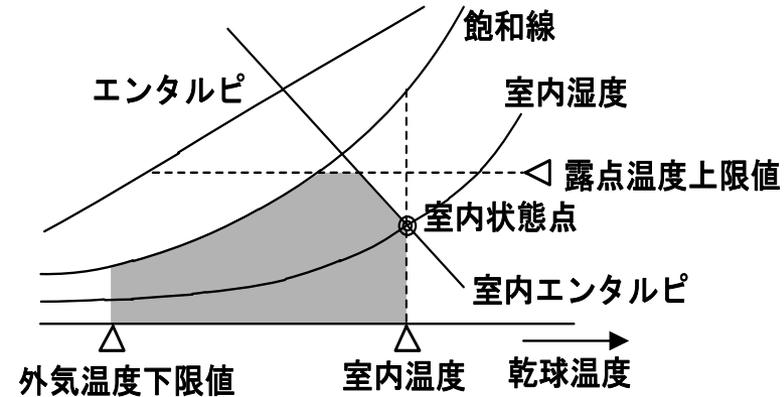
## 2.2.3 外気冷房制御

### ■ 外気冷房有効判断の条件

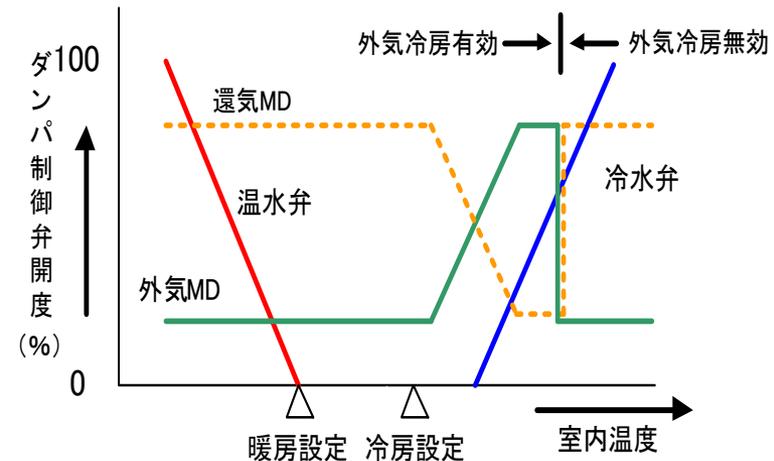
1. 室内温度 > 外気温度
2. 室内エンタルピ > 外気エンタルピ
3. 外気露点温度上限値 > 外気露点温度
4. 外気温度下限値 < 外気温度

### ■ 実行する内容

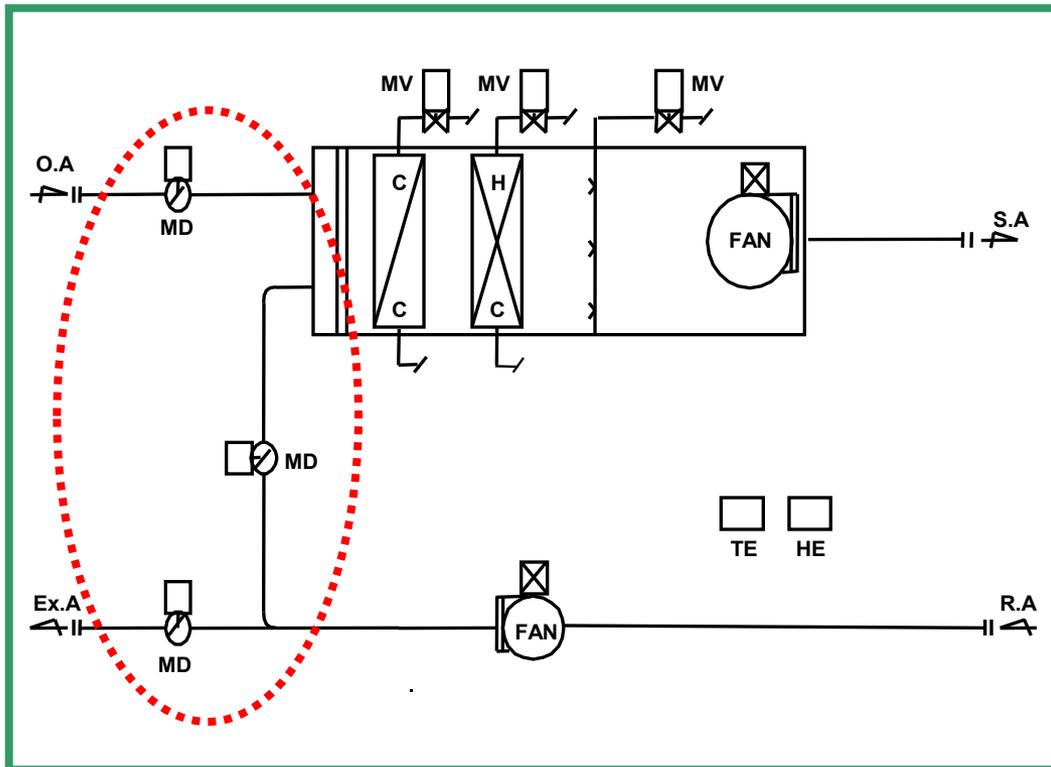
外気冷房有効時は外気MD + 冷水弁で温度制御を行う。  
 外気冷房無効時には外気MDは最小開度とする。



### 外気冷房の有効範囲



### 温度制御動作図



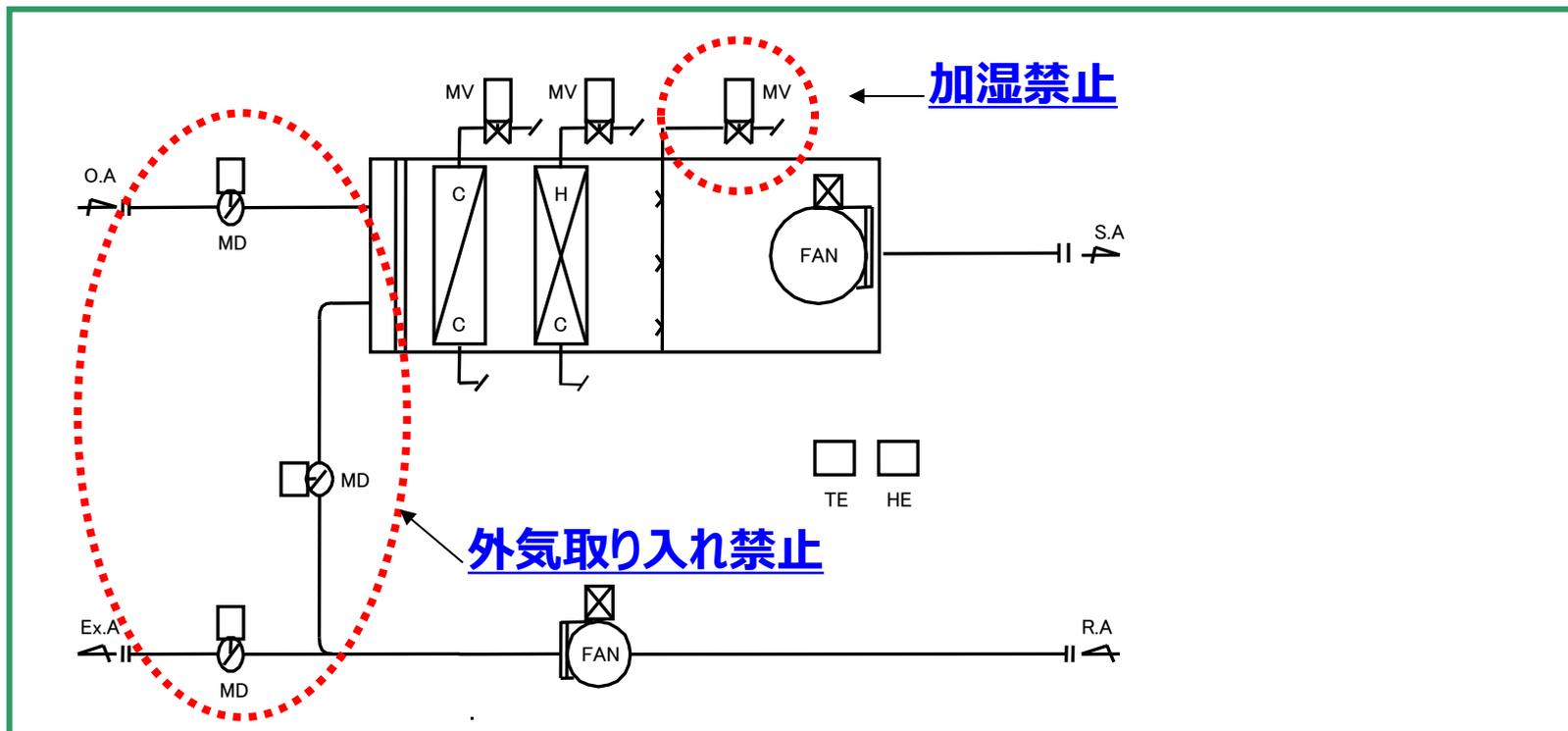
## 2.2.4 ウォーミングアップ制御（空調最適起動停止制御）

### ■ 実行するタイミング

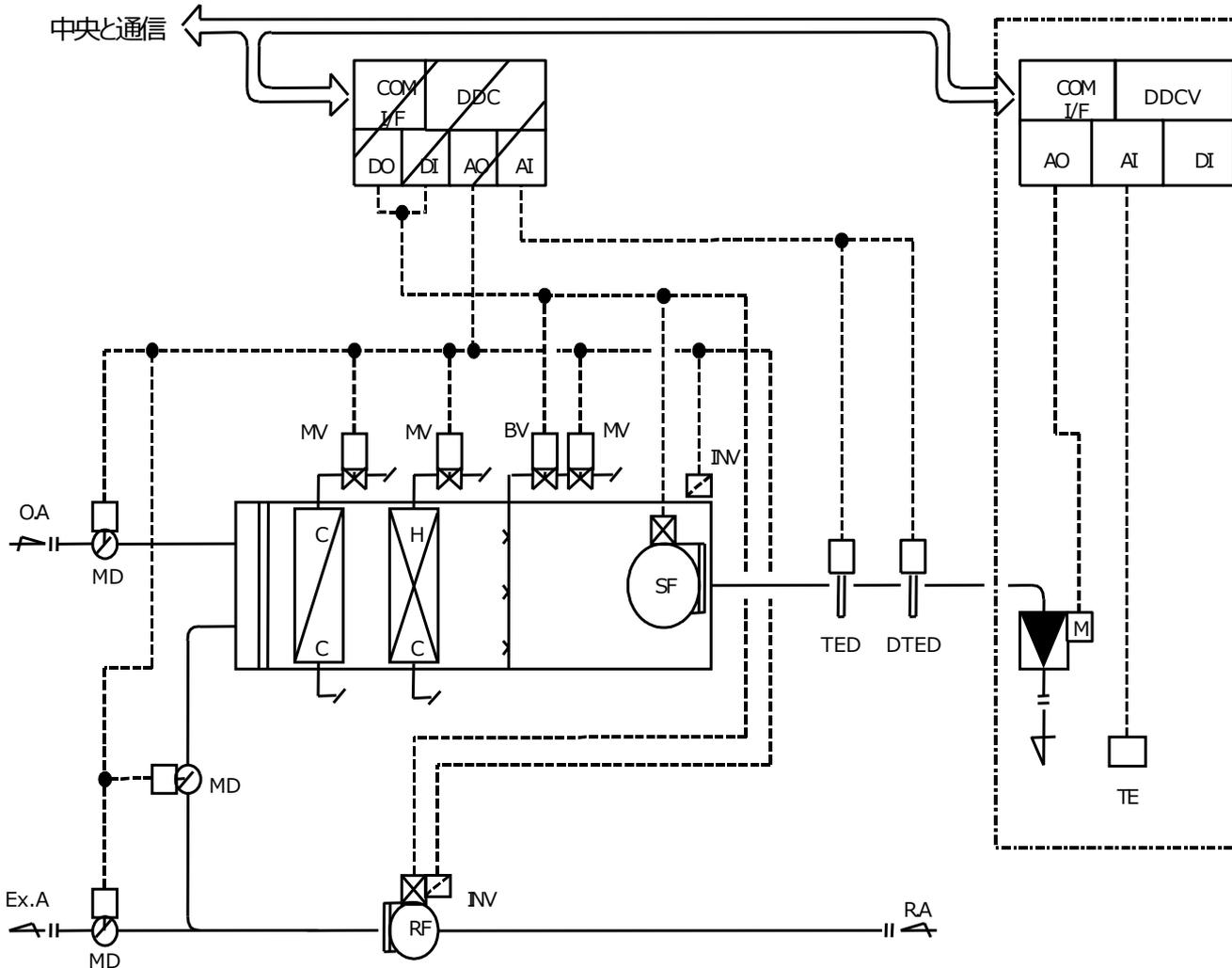
空調機が予冷/予熱のために起動してから、部屋の使用開始時刻まで

### ■ 実行する内容

- ・外気取り入れ禁止（外気・排気MD全閉、還気MD全開）
- ・加湿禁止



## 2.3 変風量空調機の計装



### 【記号凡例】

- TE : 室内形温度検出器
- TED : 挿入形温度検出器
- DTED : 挿入形露点温度検出器
- DDC : 空調機用デジタル調節器
- DDCV : VAV用デジタル調節器
- MV : モータバルブ (電動二方弁)
- BV : 電動ボール弁
- MD : ダンパモータ

### 【制御項目】

1. 室内温度制御
2. 給気温度制御
3. 給気露点温度制御
4. ウォーミングアップ制御  
(OA・Ex.A用MD全閉、RA用MD全開、加湿器停止)
5. 空調機停止時のインターロック制御  
(MV全閉、OA・Ex.A用MD全閉、RA用MD全開、加湿器停止)
6. 外気冷房制御
7. VAV制御状態による給気温度設定最適化制御
8. VAV合計風量による給排気ファン回転数制御
9. 中央監視システムとの通信  
(発停、監視、設定、計測)

# 2.4 変風量空調機の制御項目

## 2.4.1 温度・湿度制御のしくみ

### 【制御項目】

#### ■ VAVユニットの制御

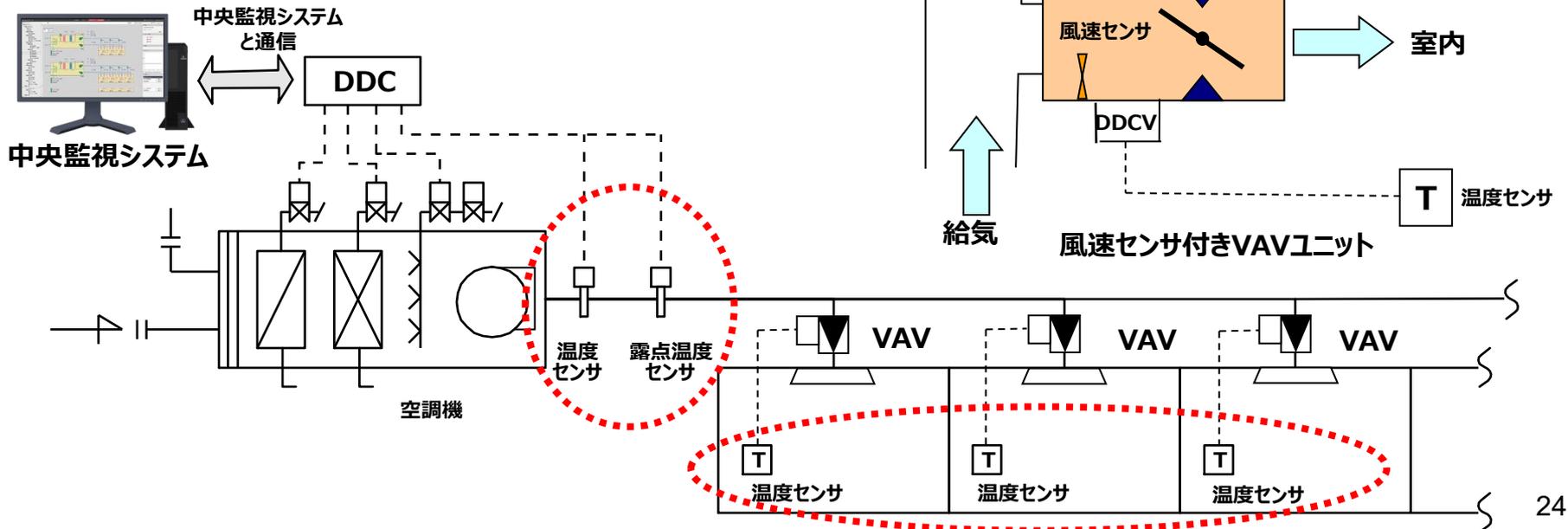
- ① 室内温度制御  
各部屋のVAVユニットにより、風量を制御し室内温度を一定にする。

#### ■ 空調機の制御

- ① 給気温度制御  
VAVの制御状態から演算された、最適な給気温度に制御する。
- ② 給気露点温度制御  
加湿、除湿により給気露点温度を一定に制御し、室内湿度をほぼ一定に維持する。

#### ■ VAVユニットと空調機の連携制御

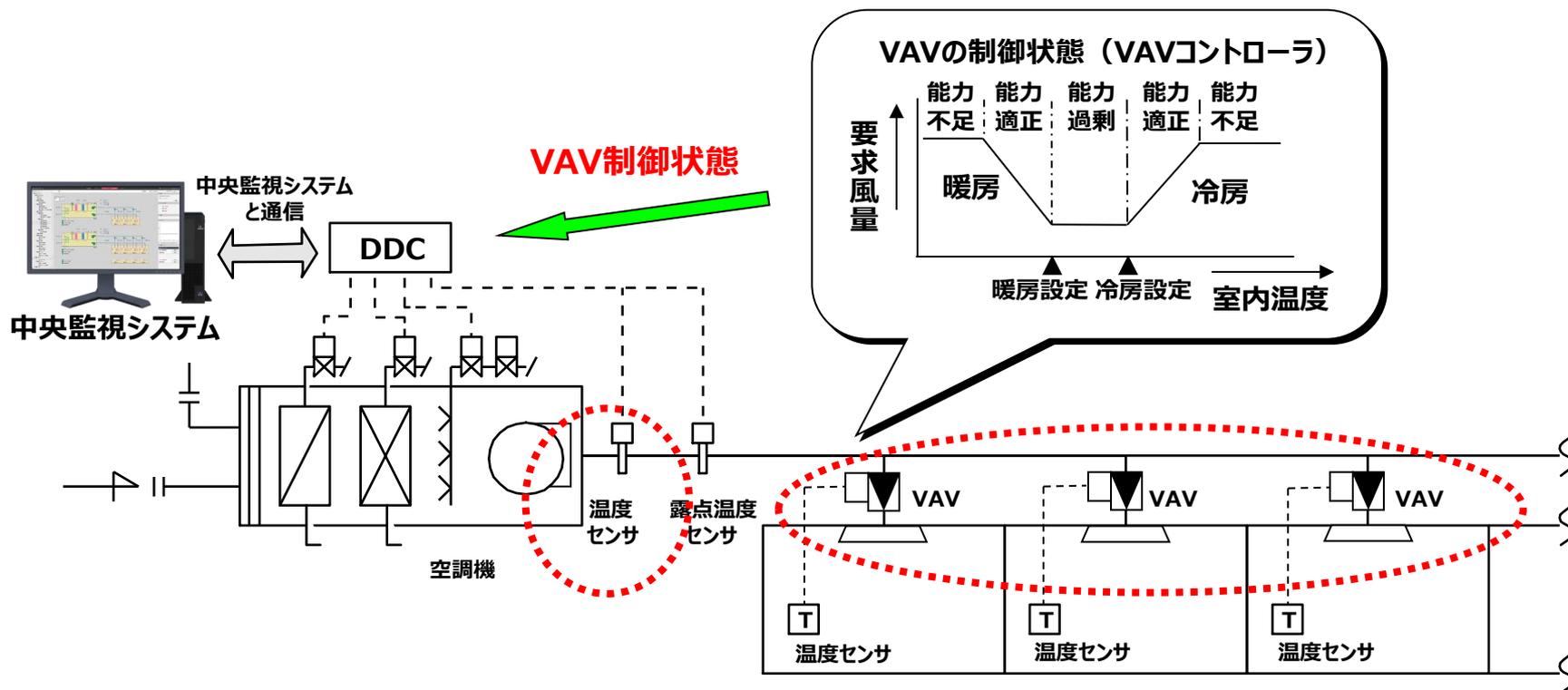
- ① 給気温度設定最適化制御
- ② ファン回転数制御



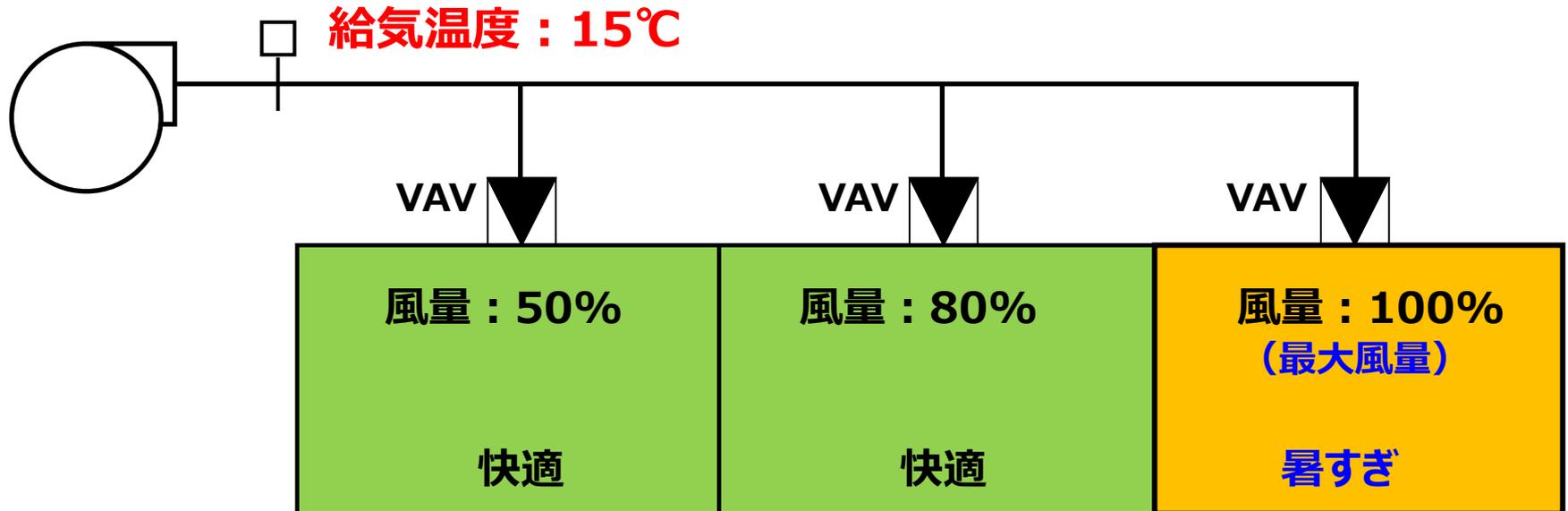
## 2.4.2 給気温度設定最適化制御

### ■ 室内負荷に応じて最適な給気温度を設定する

- ① VAV要求風量と室内温度偏差から、VAVの制御状態を求める。
- ② 全VAVの制御状態をまとめ、空調システム全体の制御状態を求める。
- ③ 空調システム全体の制御状態から、**給気温度設定値を自動変更する。**



## 制御概要 (参考)



1系統だけ暑すぎの部屋があり、その部屋は最大風量で制御されている。  
このケースでは、状況を改善するには給気温度を下げるしかない。

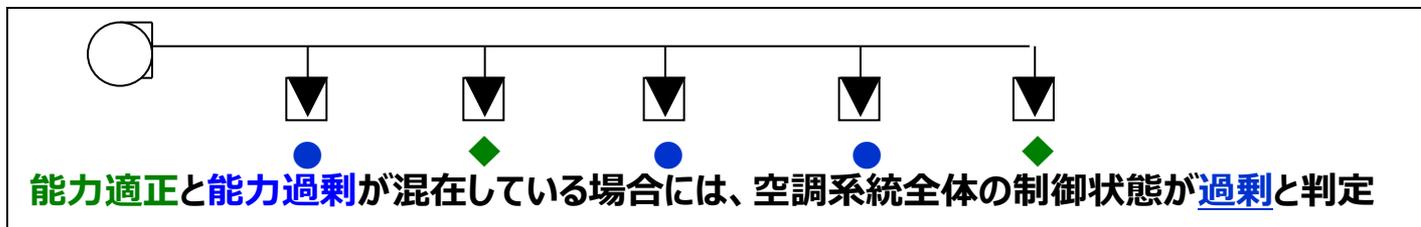
⇒ これを自動で判断して給気温度設定値の変更を行う

# 空調系統全体の制御状態の判定 (参考)

VAVの制御状態は個々のVAVの情報である。空調機の給気温度を決める場合には、**空調系統全体での制御状態を判定**しなければならない。各VAVの制御状態から、空調系統全体の制御状態を判定し、**給気温度設定値を自動変更**する。

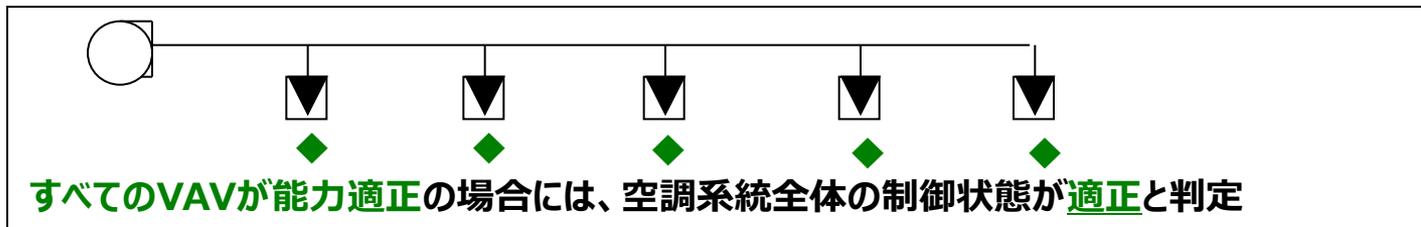
給気温度  
設定値  
(冷房時)

過剰  
(●)



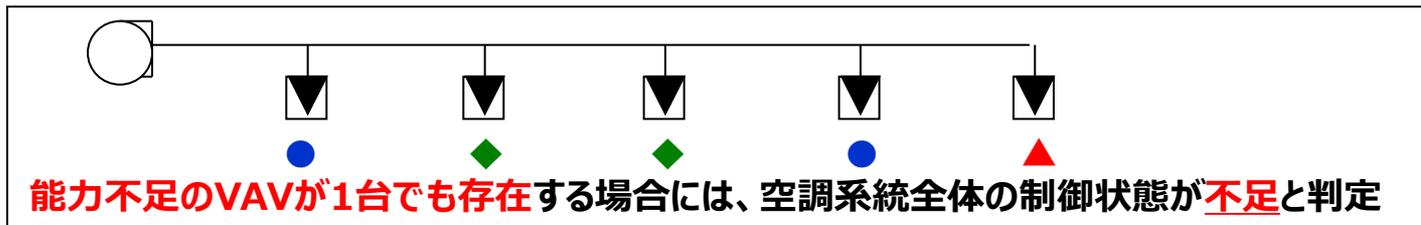
⇒ 上昇

適正  
(◆)



⇒ 維持

不足  
(▲)

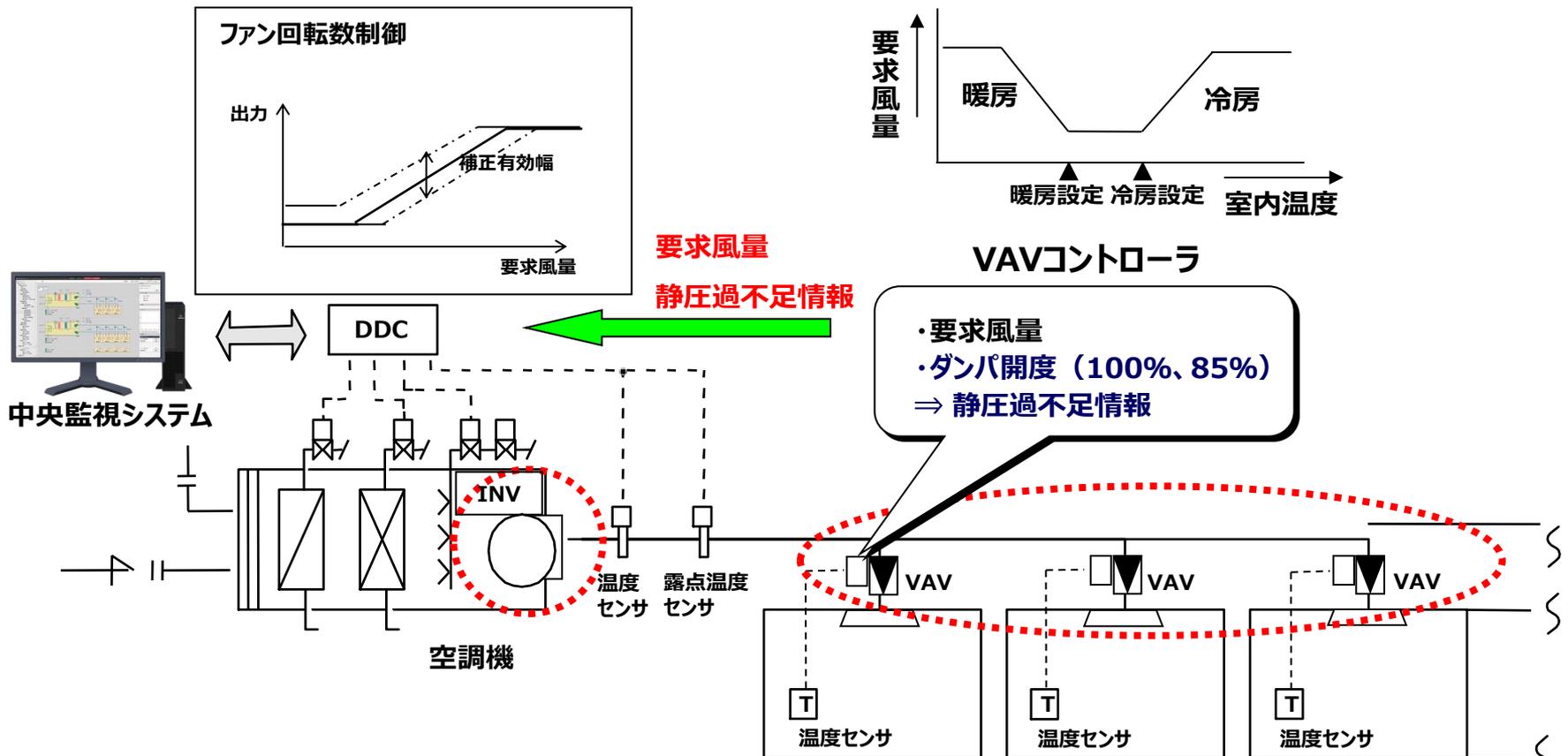


⇒ 下降

## 2.4.3 ファン回転数制御

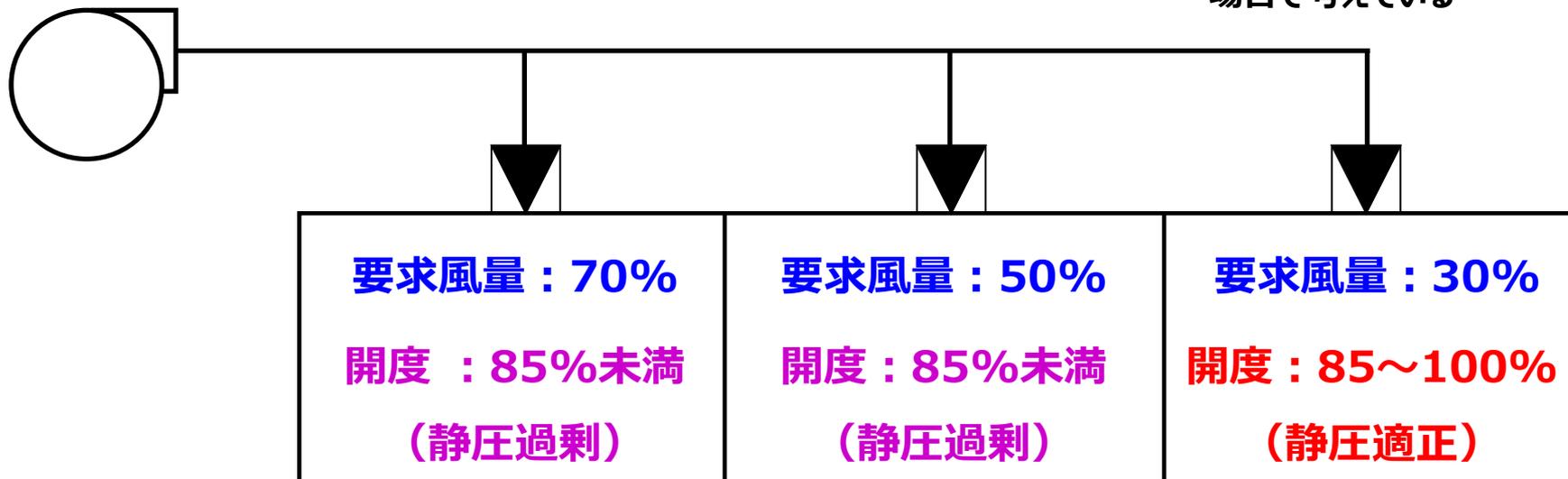
### ■ VAVからの要求風量に合わせて給気ファンの回転数を制御する

- ① 全VAVの**要求風量の合計**からファンの**出力基準値**を決める。
- ② **VAVのダンパ開度**により静圧過不足を判定し、出力基準値に**補正**をかける。  
全開状態のVAVがない場合、回転数を下げる方向に作動させるので、最小限の回転数となり運転動力の節減ができる。



## 制御概要 (参考)

※VAVの定格風量は全て同じ  
場合で考えている



各VAVの要求風量を合算して、ファン回転数出力（基準値）を決定する。

（このケースでは、『**定格の50%風量**』でよい）

また、**VAVのダンパ開度（静圧過不足情報）**によってファン回転数出力を補正する。

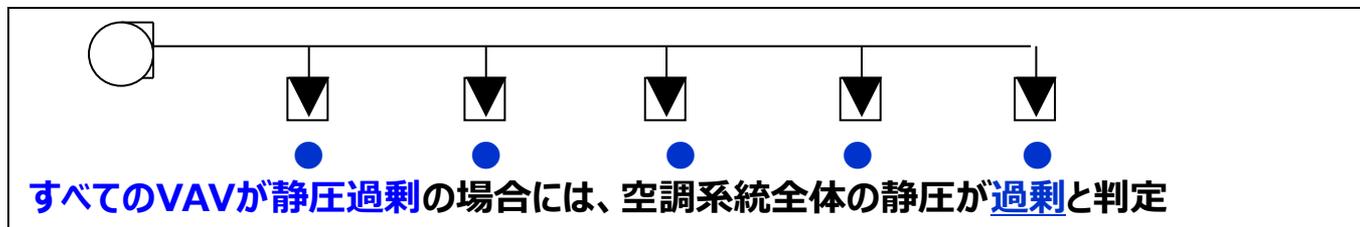
⇒ このファンの回転数出力の調節を自動で行う

# 空調系統全体の静圧過不足の判定 (参考)

静圧過不足情報は各VAVの情報である。空調機のファン回転数出力を補正する場合には、**空調系統全体での静圧過不足を判定**しなければならない。各VAVの静圧過不足情報から、空調系統全体の静圧過不足を判定し、**ファン回転数出力に補正**をする。

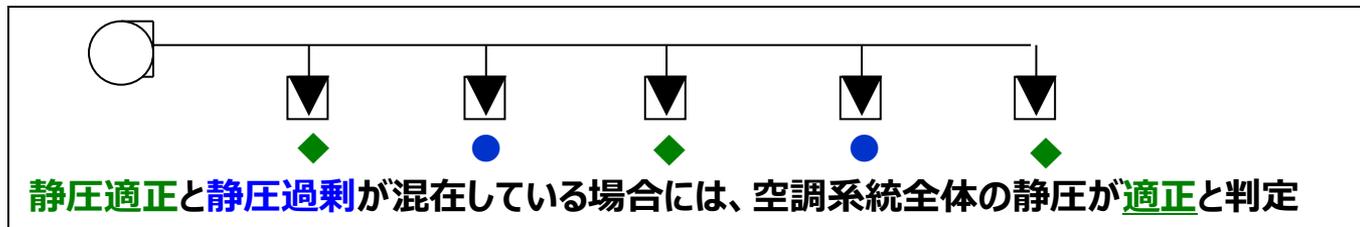
ファン回転数  
(補正)

過剰  
(●)



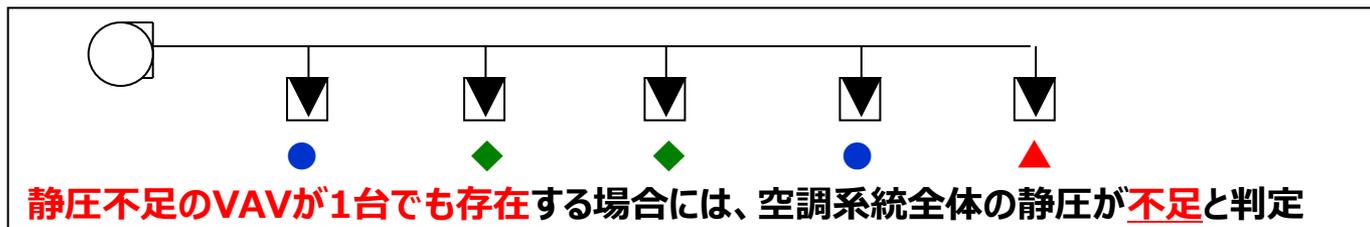
⇒ 下降

適正  
(◆)



⇒ 維持

不足  
(▲)



⇒ 上昇

# 第3章 熱源廻りの制御

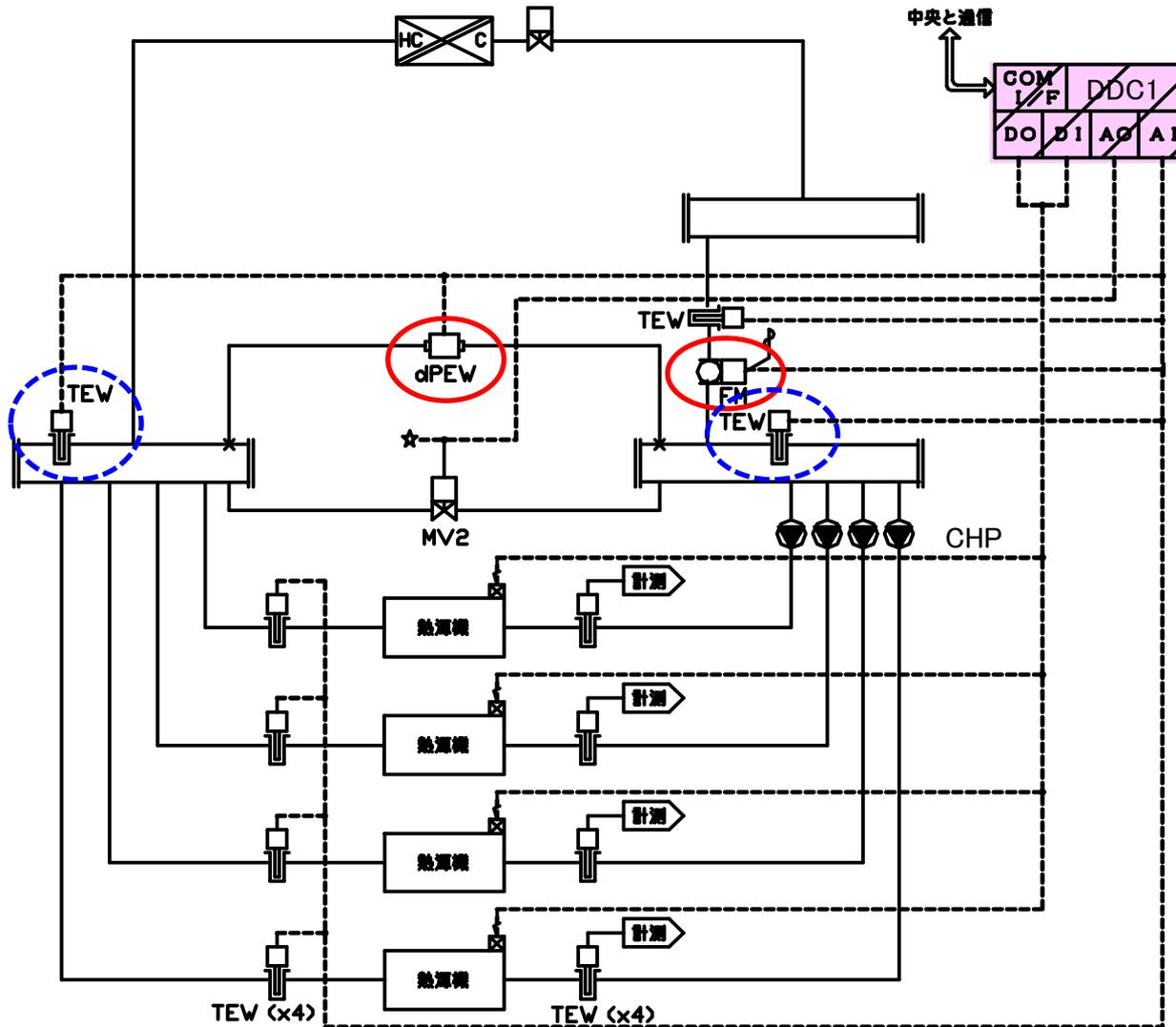
3.1 密閉式一次ポンプ方式

3.2 密閉式二次ポンプ方式

3.3 冷却塔廻り制御

# 3.1 密閉式一次ポンプ方式

## 3.1.1 計装図



### 【記号凡例】

- TEW : 配管用温度検出器
- dPEW : 差圧発信器
- FM : 電磁流量計
- DDC1 : 熱源機用デジタル調節器
- MV2 : モータバルブ

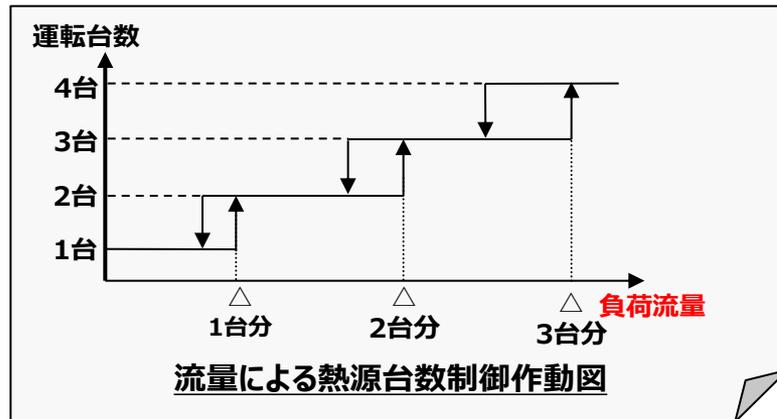
### 【制御項目】

1. 熱源機の台数制御
2. ヘッダ間差圧一定制御
3. 中央監視システムとの通信  
(発停・監視・設定・計測)

## 3.1.2 熱源機の台数制御 (1)

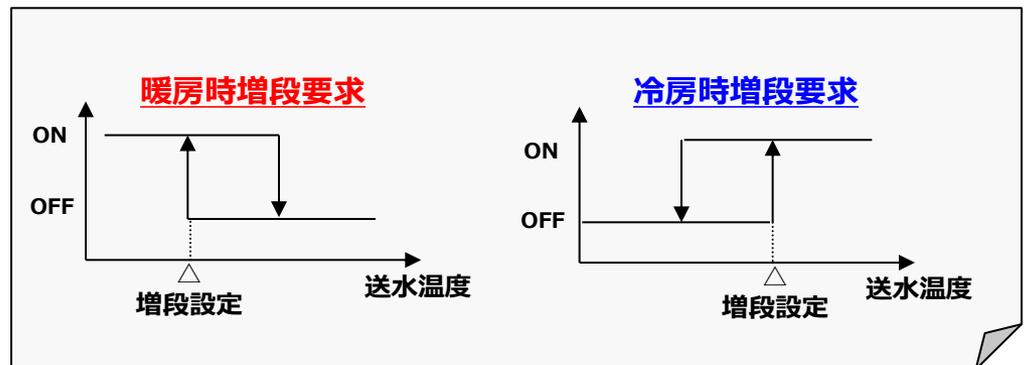
### ① 運転台数決定

**負荷流量**と熱源機の定格流量との比較により熱源機の運転台数を決定し、起動停止を行う。



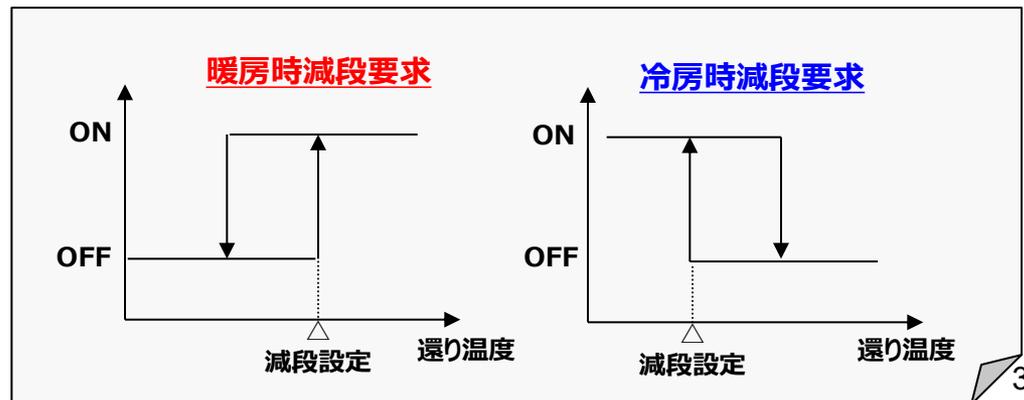
### ② 増段制御 (補正動作)

熱源機からの**送水温度**が**設計値**を維持できなくなった場合には、熱源機の運転台数を増やす。



### ③ 減段制御 (補正動作)

負荷側からの**還り温度**が**熱源機**の**ボディサーモ作動温度**付近まで**下降 (上昇)**したら、熱源機を1台強制停止する。



## 3.1.2 熱源機の台数制御 (2) (参考)

### ④ その他の機能

#### ● 運転順序切換 ※ 熱源機は3台 (A・B・C) の場合

##### ・ シーケンシャルモード

(負荷増加)  $A \Rightarrow A+B \Rightarrow A+B+C$

(負荷減少)  $A+B+C \Rightarrow A+B \Rightarrow A$

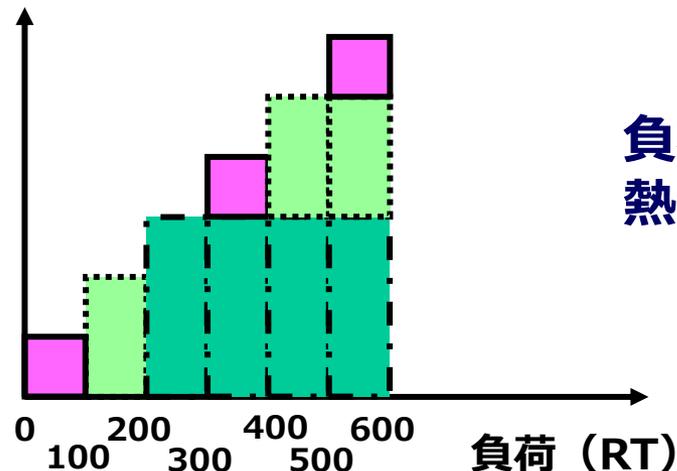
##### ・ ロータイトモード

(負荷増加)  $A \Rightarrow A+B \Rightarrow A+B+C$

(負荷減少)  $A+B+C \Rightarrow B+C \Rightarrow C$

##### ・ プログラムモード (A=100RT 、B=200RT 、C=300RT )

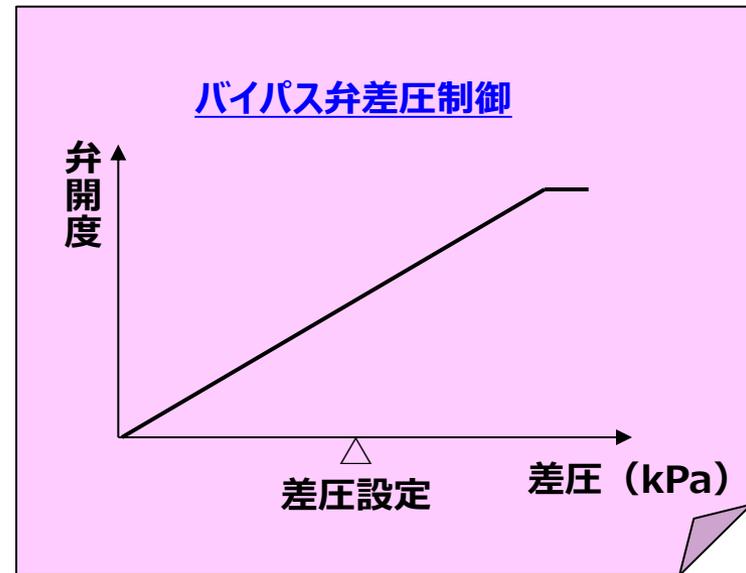
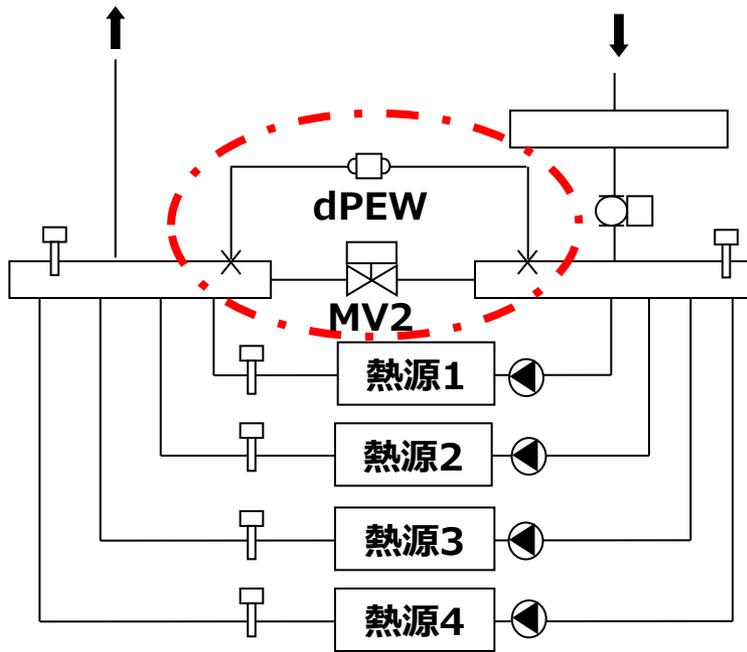
熱源機運転



負荷状況に合わせて、きめ細かく熱源機を起動/停止する。

### 3.1.3 ヘッダ間差圧一定制御

ヘッダ間差圧を計測し、バイパス弁を制御して**ヘッダ間差圧を一定にする**。

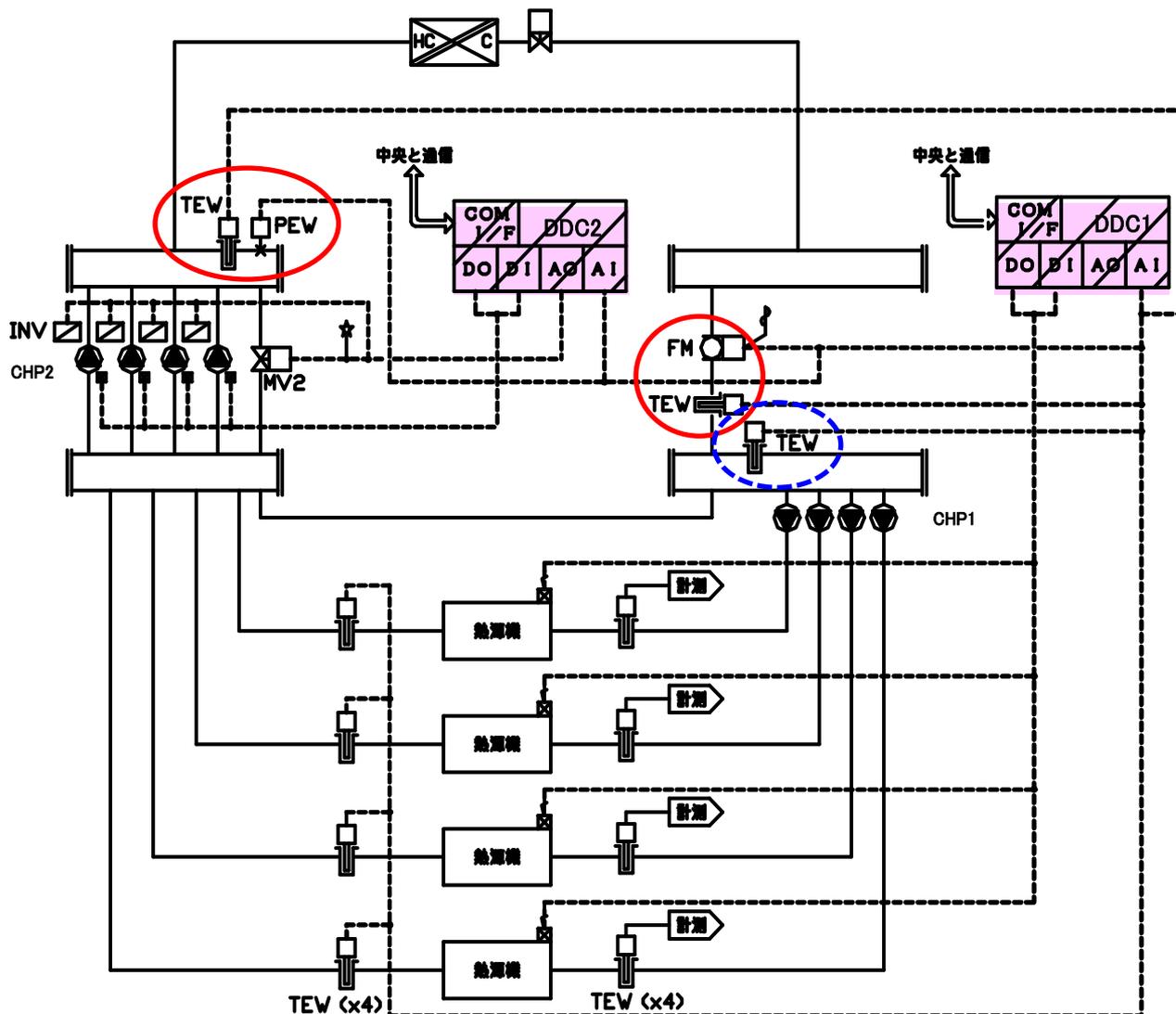


#### 【制御の目的】

- ① 空調機等への送水圧力の安定化（温度制御の安定）
- ② 熱源機の通過水量の確保

# 3.2 密閉式二次ポンプ方式

## 3.2.1 計装図



### 【記号凡例】

- TEW : 配管用温度検出器
- PEW : 圧力発信器
- FM : 電磁流量計
- DDC1 : 熱源機用デジタル調節器
- DDC2 : ポンプ用デジタル調節器
- MV2 : モータバルブ

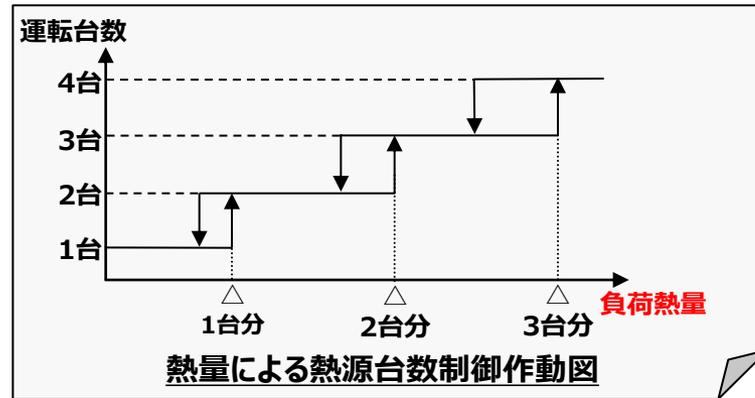
### 【制御項目】

1. 熱源機の台数制御
2. 二次ポンプの台数制御
3. 二次ポンプ送水圧力制御
4. 中央監視システムとの通信  
(発停・監視・設定・計測)

## 3.2.2 熱源機の台数制御 (1)

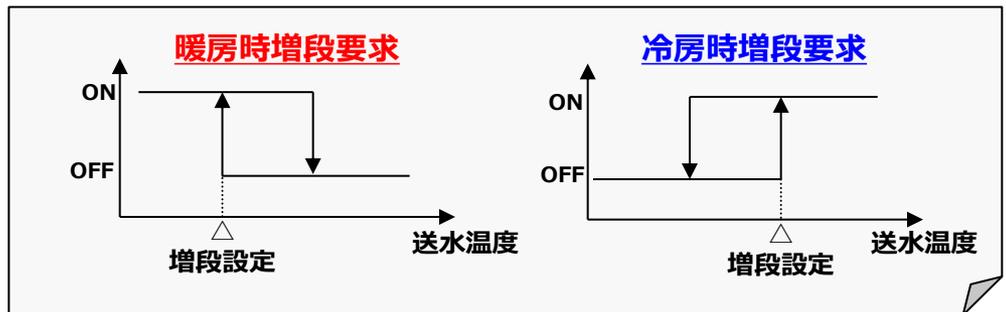
### ① 運転台数決定

**負荷熱量**と熱源機の定格熱量との比較により熱源機の運転台数を決定し、起動停止を行う。



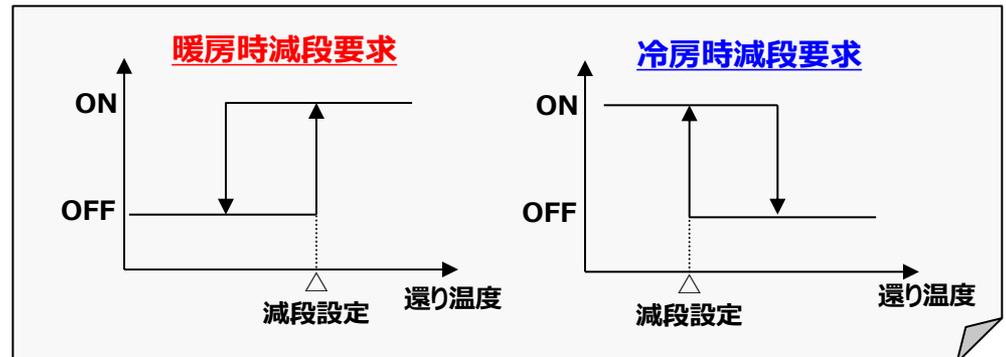
### ② 増段制御 (補正動作)

(密閉式一次ポンプ方式と同じ)



### ③ 減段制御 (補正動作)

(密閉式一次ポンプ方式と同じ)



## 3.2.2 熱源機の台数制御（2）（参考）

### ④ その他の機能

- 運転順序切換

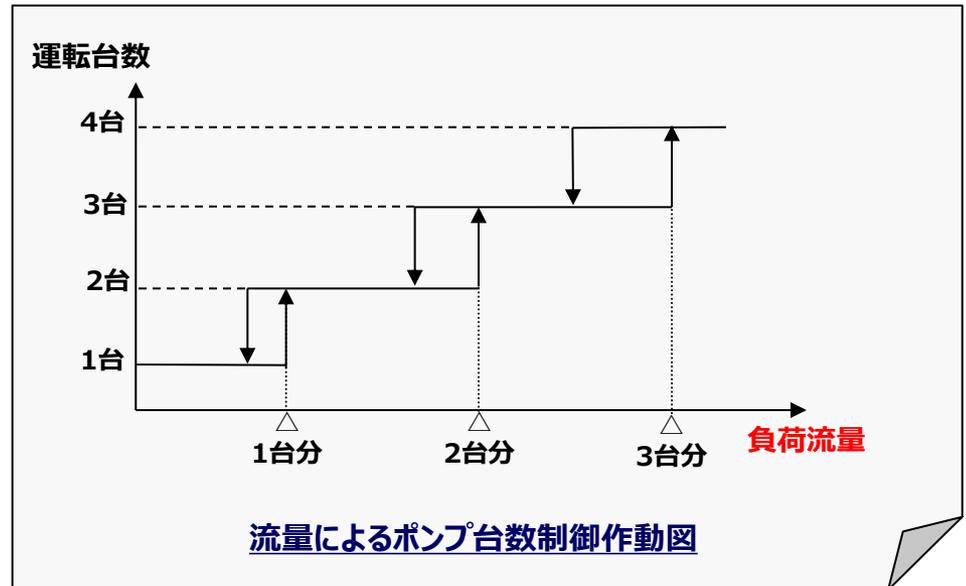
- ・ シーケンシャルモード
- ・ ローテイトモード
- ・ プログラムモード

（密閉式一次ポンプ方式と同じ） など

## 3.2.3 二次ポンプの台数制御

### ① 運転台数決定

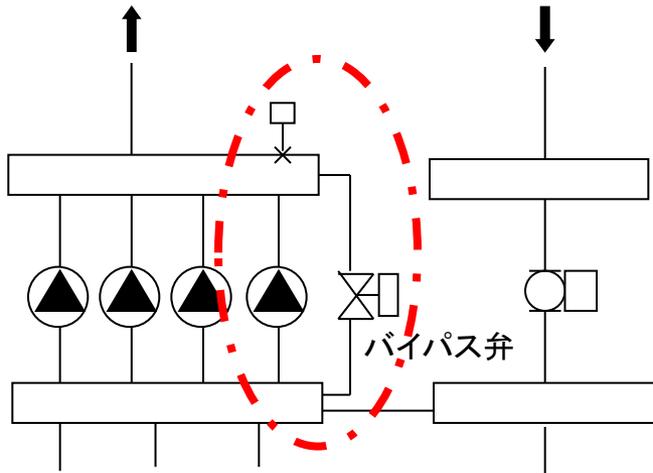
**負荷流量**とポンプの定格流量との比較によりポンプの運転台数を決定する。



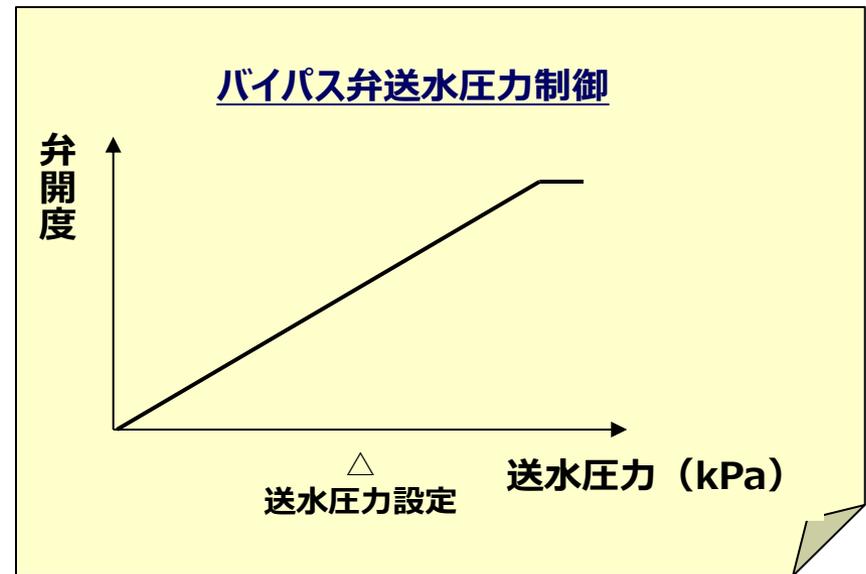
## 3.2.4 二次ポンプ送水圧力制御

### 方法（1） バイパス弁による送水圧力一定制御

ポンプ吐出圧（または差圧）を計測し、バイパス弁を制御して送水圧力を一定にする。



※ポンプは定速



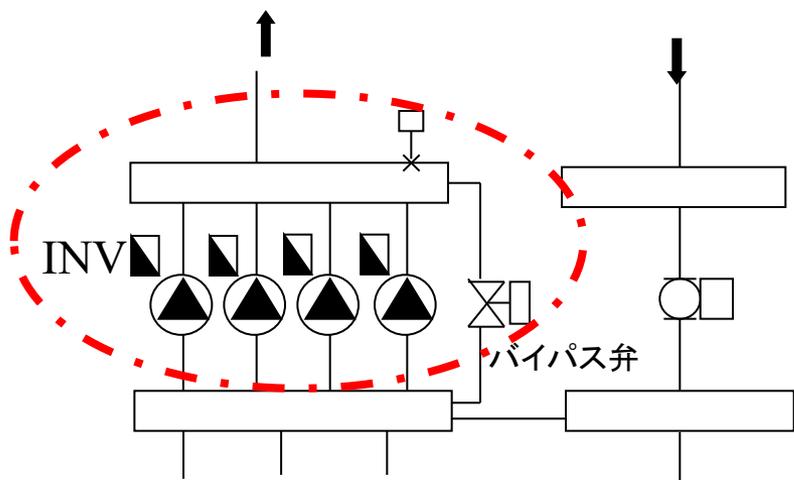
#### 【制御の目的】

- ① 空調機等への送水圧力の安定化（温度制御の安定）
- ② ポンプの締め切り運転防止

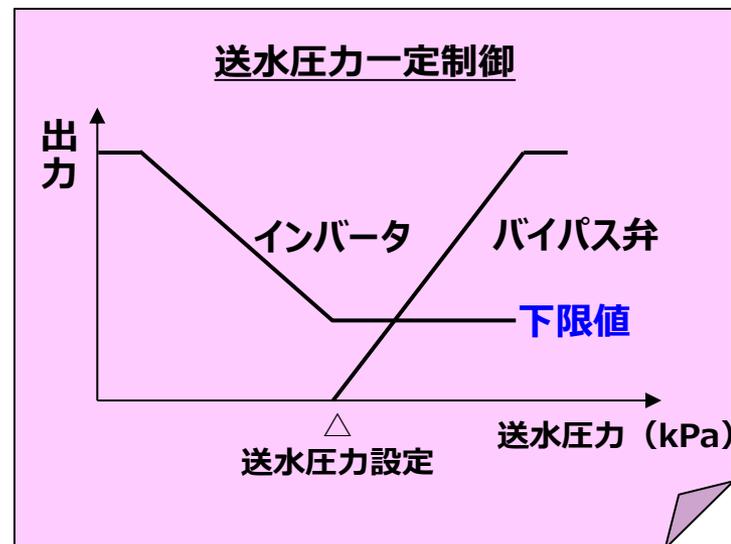
## 3.2.5 二次ポンプ送水圧力制御

### 方法（2） インバータ+バイパス弁による送水圧力一定制御

ポンプ吐出圧（または差圧）を計測し、ポンプのインバータ出力とバイパス弁を制御して送水圧力を一定にする。



※ポンプはインバータ搭載

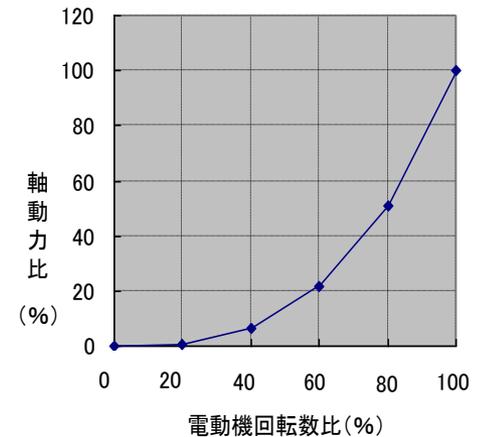
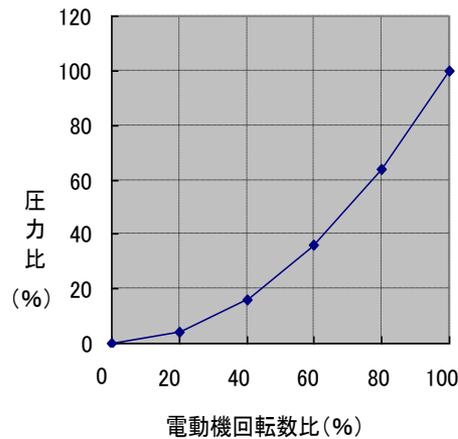
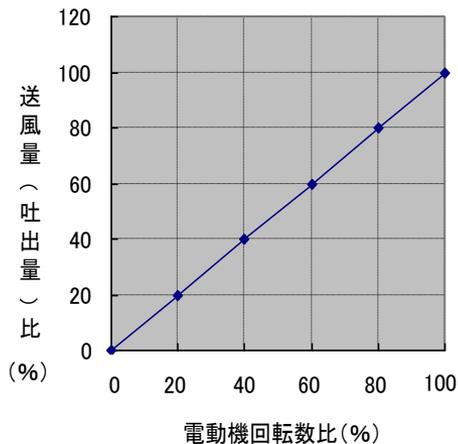


#### 【制御の目的】

- ① 空調機等への送水圧力の安定化（温度制御の安定）
- ② ポンプの締め切り運転防止（回転数が下限値以下の場合、バイパス弁を開く）
- ③ 部分負荷時にはポンプの回転数を下げる運転となるので省エネルギーが可能となる

# インバータ導入のメリット (参考)

## ポンプ・ファン特性



(1) 送水量 (送風量) は回転数に比例する。

$$Q \propto n$$

(2) 圧力 (揚程) は回転数の2乗に比例する。

$$H \propto n^2$$

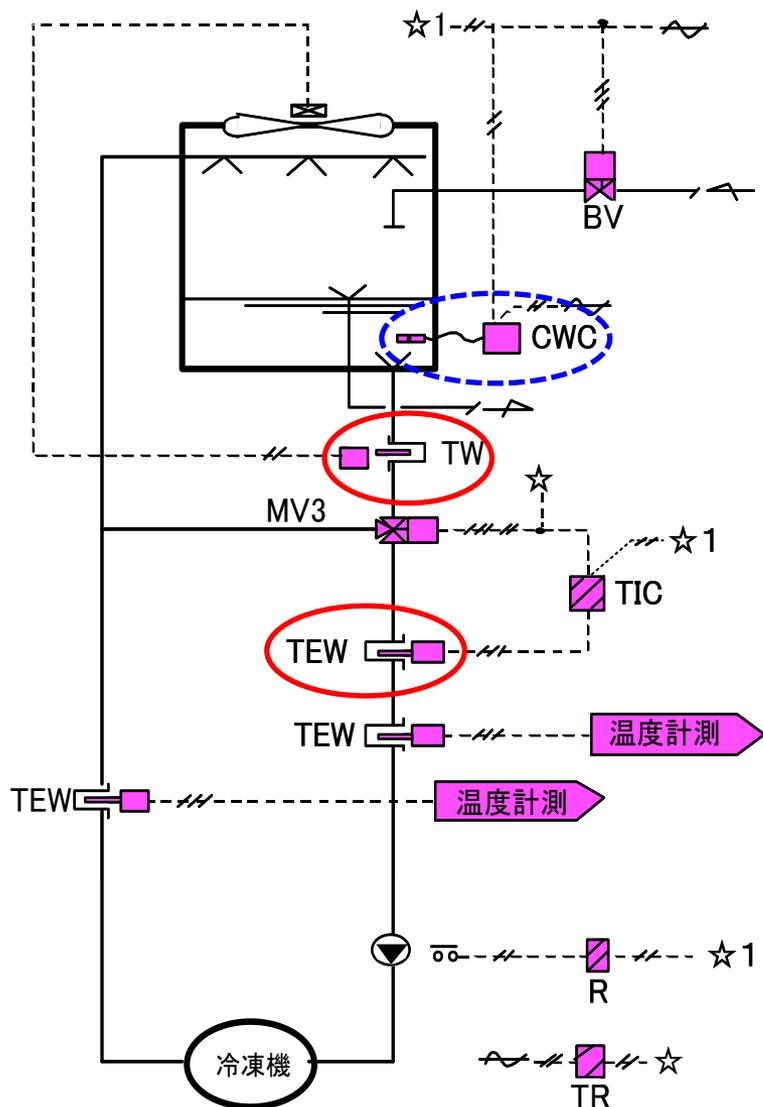
(3) 軸動力は回転数の3乗に比例する。

$$L \propto n^3$$

★従って軸動力は送水量と圧力の積に比例する  $L \propto Q \times H$

# 3.3 冷却塔廻り制御

## 3.3.1 計装図



冷凍機（凝縮器）から戻った冷却水を適切な温度に冷却し、再び冷凍機に送水する。

### 【記号凡例】

- TEW : 配管用温度検出器
- TW : 配管用温度調節器
- TIC : デジタル指示調節器
- CWC : 冷却水水質調節器
- MV3 : モータバルブ（三方弁）
- BV : 電動ボール弁

### 【制御項目】（詳細は次スライド参照）

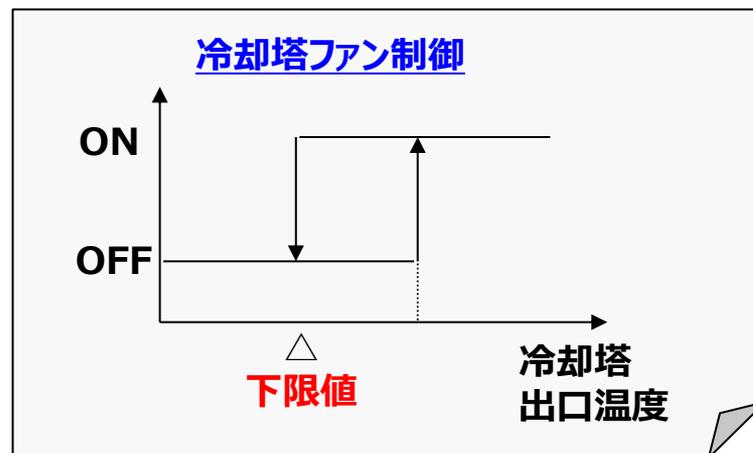
1. 冷却水温度制御
  - ・冷却塔出口温度によるファンの停止制御
  - ・冷凍機入口温度によるバイパス三方弁制御
2. 冷却水水質制御
  - ・冷却塔内の水の導電率による補給水ON/OFF制御

## 3.3.2 冷却水温度制御

### ① 冷却塔ファン停止制御

冷却塔出口温度が下限設定値まで下降したら、冷却塔ファンを停止する。

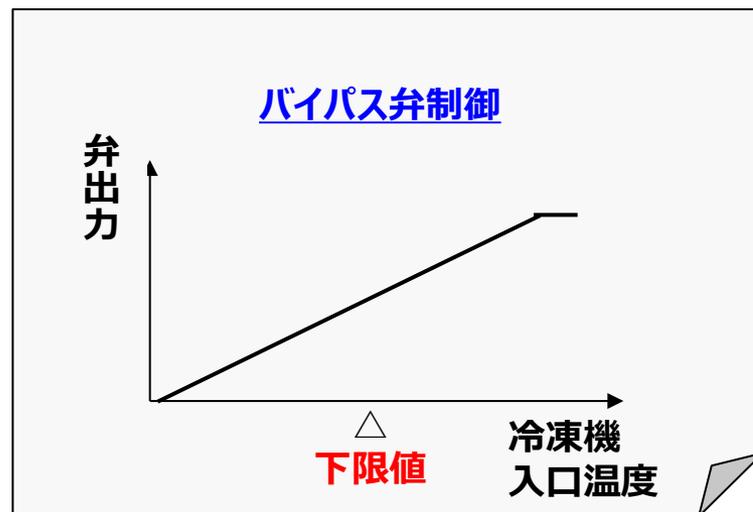
**目的**：冷却水温度が下限値以下に下がらないようにする。



### ② 冷凍機入口温度制御

冷凍機入口温度が下限値を下回らないように、バイパス三方弁を比例制御する。

**目的**：冷却水温度が下限値以下に下がるのを防ぎ、冷媒の循環不良、溶液の結晶等の事故を防ぐ。



### ・冷却水水質制御

冷却水の**導電率**により**水質（汚れ具合）**を把握し、許容範囲を超えた場合に上水を補給する。

# 第4章 中央監視システム

4.1 導入効果

4.2 基本システム構成

4.3 基本機能

4.4 BEMSとは

4.5 通信オープン化技術

# 4.1 導入効果



- 連続環境計測
- 遠隔設定(スケジュール)
- 空調機制御 (DDC)

## 快適化



## 利便性

- 出入管理連動制御
- 利用者端末操作、表示 (ユーザーターミナル)

## 中央監視システム

- 環境管理
- 防災管理
- セキュリティー管理
- 情報管理

## 安全

- 予知警報監視(アラーム)
- 警報発生メッセージ
- 電力監視、操作
- 火災時連動制御
- 出入管理、防犯、防災統合

## 省エネ

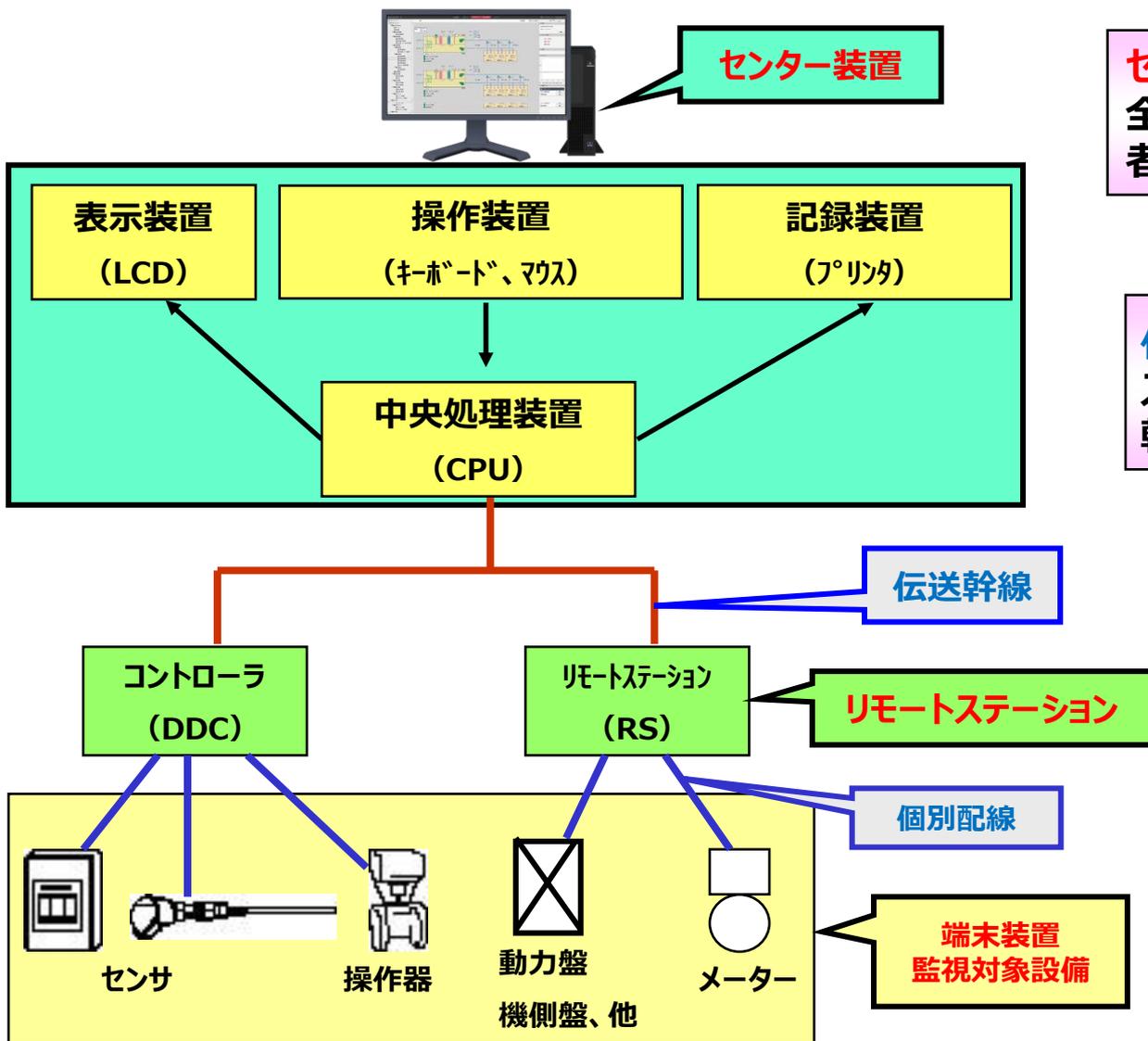
- 省エネルギープログラム
- 自動制御 (DDC)
- エネルギー管理

## 省力化

- 集中監視
- 異常時監視
- 集中計測、検針
- 遠隔発停
- 自動記録
- 自動スケジュール運転
- 管理情報
- 経営管理支援
- 設備管理支援
- 遠隔ビル管理サービス



## 4.2 基本システム構成



**センター装置**：設備からの情報を全てここに集中させ、ビル設備管理者に提供する装置である。

**伝送幹線**：センター装置とリモートステーションを結ぶ通信線を伝送幹線と呼んでいる。

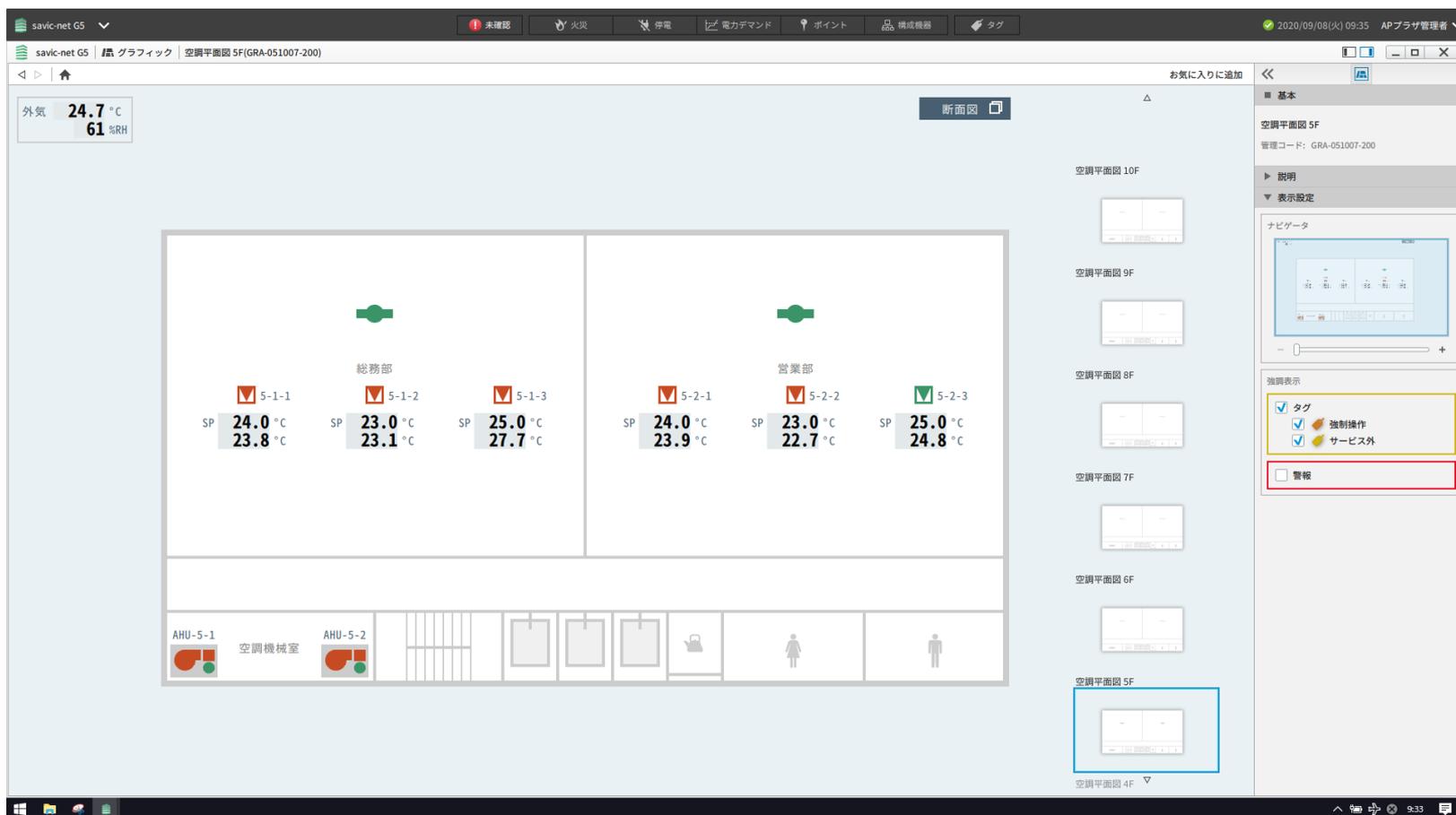
**リモートステーション**：設備と環境の情報を入出力する装置である。

**端末装置**：各種設備の状態を計測するセンサ、操作器、動力盤、メーターなどを示す。

# 4.3 基本機能

## 4.3.1 空調監視機能

系統図表示や平面図表示により、空調設備機器と制御状態を監視する。



## 4.3.2 電力設備制御機能

### ① 停復電制御

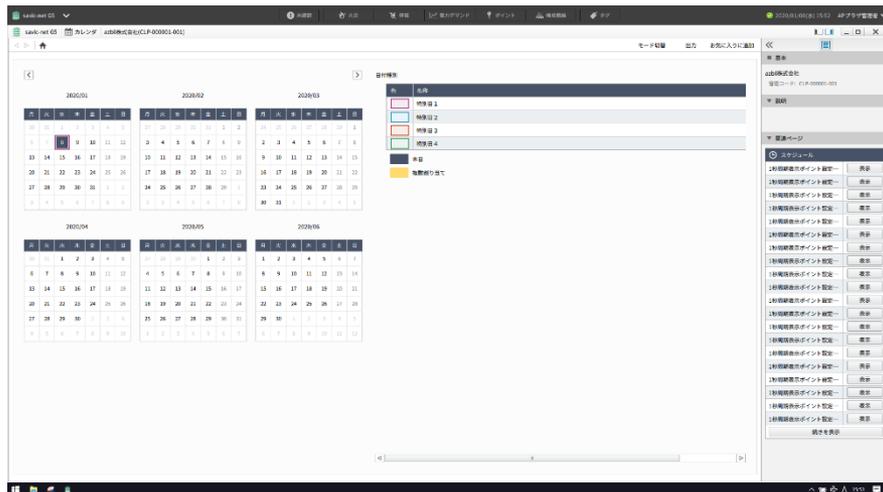
停電発生時（自家発起動時）には、あらかじめ決められた機器の出力を強制的に行う。また復電時には、対象機器に対して、その時点で本来あるべき機器の状態となるよう、出力制御を行う。

### ② 電力デマンド制御

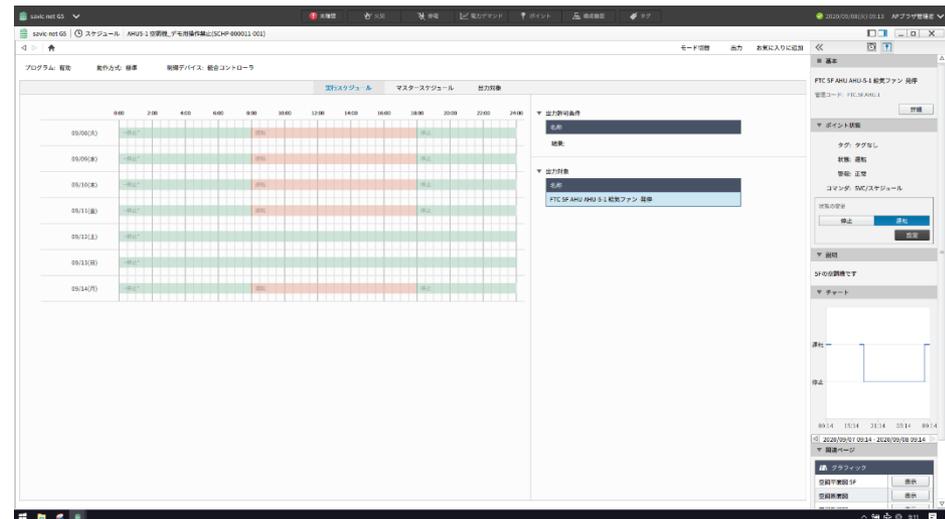
指定されたデマンド時限（時間幅：30分）の計測電力を予測し、計測電力が契約電力（目標電力）以下になるように、あらかじめ指定されている機器の停止や空調設定、インバータ出力値などの変更を行う。

# 4.3.3 カレンダー／スケジュール制御

- 管理単位に対応した**カレンダー**（7曜日+最大11種類の日付種別）を設定することができる。
- 設備機器の運転スケジュール制御、日々や季節ごとの設定値変更を、カレンダー情報に従って**7曜日+11日付種別毎のスケジュール**で行う。
- 設定はユーザが自由に変更できる。



カレンダー設定画面



スケジュール設定画面

# 4.3.4 データ管理機能

## ① 日報・週報・月報・年報出力機能

計測値や積算値などを、表形式でファイル出力し、**電力の日・週・月・年報、空調運転の日・週・月・年報等**を作成する。

Reports-Day\_RTS-000001-001\_20200907.pdf (保護) - Adobe Acrobat Reader DC  
ファイル(F) 編集(E) 表示(V) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)  
ホーム ツール Reports-Day\_RTS-00... x  
1 / 1 200% 共有

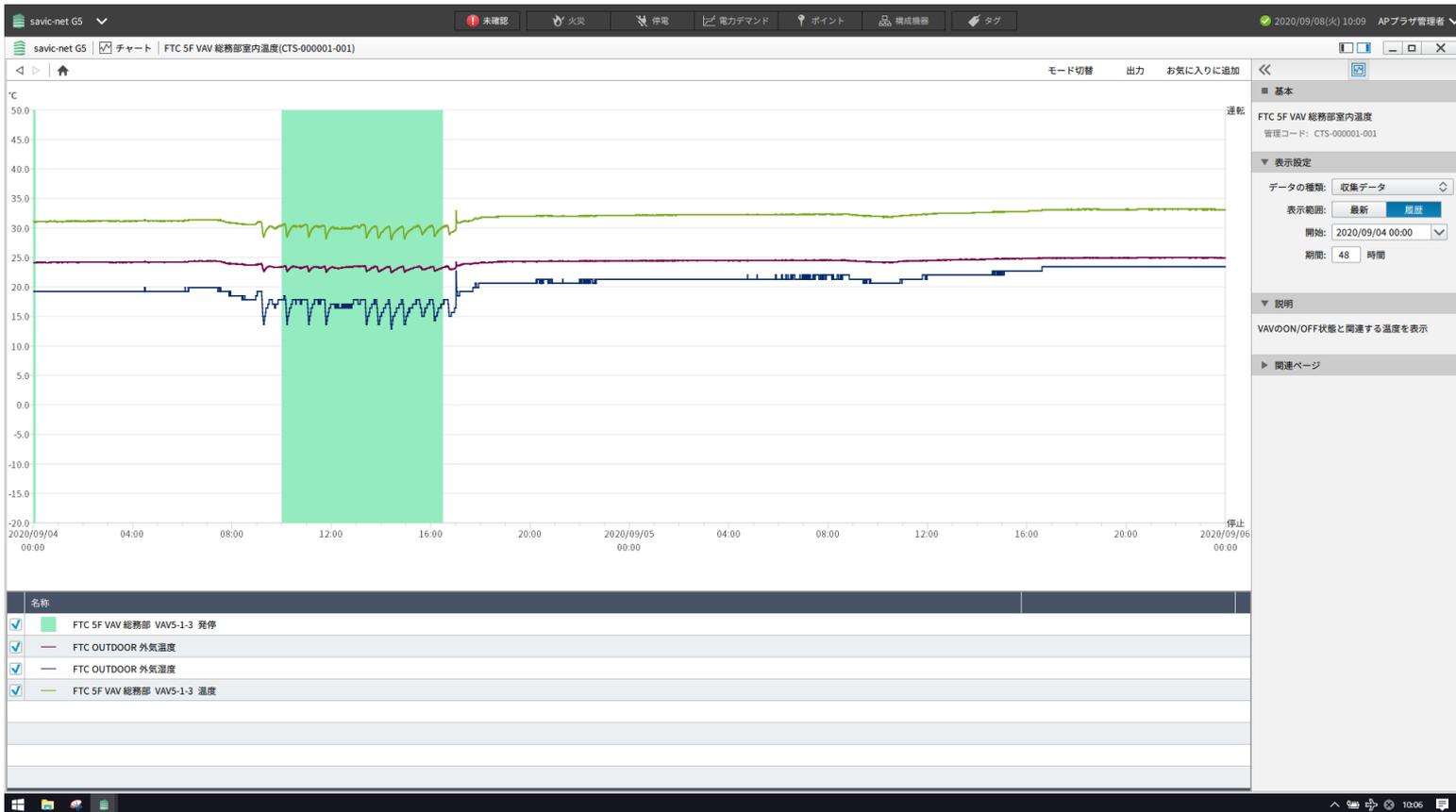
計測温度 帳票 1:RTS-000001-001

2020/09/07(月)

時刻	FTC OUTDOOR 外気温度	FTC OUTDOOR 外気湿度	OTHER DMY WM 電力 量 75c-01	OTHER DMY WM 電力 量 75c-02	FTC SF VAV 総務部 VAVS-1-3 温度	FTC SF VAV 総務部 VAVS-1-3 湿度設定														
	値/状態	値/状態	値/状態	値/状態	値/状態	値/状態														
	正時値	正時値	増分値	増分値	正時値	正時値														
	°C	%RH	(No Unit)	(No Unit)	°C	°C														
00:00	25.1	63 max	60 min	0 min	28.2 max	25.0 minmax														
01:00	25.2 max	63	60	0	28.2	25.0														
02:00	25.1	63	60	0	28.2	25.0														
03:00	25.2	63	60	0	28.2	25.0														
04:00	25.2	63	60	0	28.2	25.0														
05:00	25.2	63	60	0	28.2	25.0														
06:00	25.2	63	60	0	28.2	25.0														
07:00	25.2	63	60	0	28.2	25.0														
08:00	24.9	62	111	0	28.0	25.0														
09:00	23.3	54	215	0	25.9	25.0														
10:00	21.1 min	41 min	126 *	11 *	22.8 min	25.0														
11:00	***	***	***	***	***	***														
12:00	***	***	***	***	***	***														
13:00	***	***	***	***	***	***														
14:00	***	***	***	***	***	***														

## ② チャート表示

計測値、積算値や機器の運転状態等を組み合わせてグラフ表示することができる。  
グラフは、「折れ線」・「バー」・「散布図」・「円」・「ヒストグラム」があり、期間比較ができる。



折れ線グラフ表示の例

### ③ ログ機能

警報や状態変化、発停や設定値変更等の情報を履歴として画面に表示する。

例えば過去に発生した警報情報や機器の発停、状態変化の情報を検索条件で絞り込んで、表示させることができる。

日時	機能	管理コード	名称	警報レベル	種別	種別詳細	内容	コマンド	ユーザ
2020/09/08 10:15:00	ポイント	OTHER.DMY.BV.26	電力量3F許可条件正午用		変化記録	値/状態		運転 SVC/スケジュール	
2020/09/08 10:15:00	ポイント	OTHER.DMY.BV.24	電力量2F許可条件正午用		変化記録	値/状態		運転 SVC/スケジュール	
2020/09/08 10:15:00	ポイント	OTHER.DMY.BV.22	電力量1F許可条件正午用		変化記録	値/状態		運転 SVC/スケジュール	
2020/09/08 10:10:00	ポイント	OTHER.DMY.AV.23	AHU-1-2 送気温度		変化記録	値/状態	49 %RH	SVC/スケジュール	
2020/09/08 10:10:00	ポイント	OTHER.DMY.AV.22	AHU-1-1 送気温度		変化記録	値/状態	25.0 °C	SVC/スケジュール	
2020/09/08 10:02:00	ポイント	OTHER.DMY.BV.5	冷凍機 R-1		変化記録	値/状態		停止 SVC/スケジュール	
2020/09/08 10:00:00	ポイント	FTC.5F.VAV.21	FTC 5F VAV 営業部 VAV5-2-3 発停		変化記録	値/状態		運転 SVC/スケジュール	
2020/09/08 10:00:00	ポイント	OTHER.DMY.AV.22	AHU-1-1 送気温度		変化記録	値/状態	24.8 °C	SVC/スケジュール	
2020/09/08 09:50:30	ポイント	OFFICE.35.VAV.15	OFFICE 35F VAV テナント35-3 VAV35-8 発停		変化記録	値/状態		運転 SVC/条件演算	
2020/09/08 09:50:30	ポイント	OFFICE.35.VAV.13	OFFICE 35F VAV テナント35-3 VAV35-7 発停		変化記録	値/状態		運転 SVC/条件演算	
2020/09/08 09:50:30	ポイント	OFFICE.35.AHU.8	OFFICE 35F AHU AHU-35-3 給気ファン 状態		変化記録	値/状態		運転 DDC/DC制御_A	
2020/09/08 09:50:30	ポイント	OFFICE.35.AHU.7	OFFICE 35F AHU AHU-35-3 給気ファン 発停		変化記録	値/状態		運転 SVC/スケジュール	
2020/09/08 09:50:00	ポイント	OTHER.DMY.AV.23	AHU-1-2 送気温度		変化記録	値/状態	50 %RH	SVC/スケジュール	
2020/09/08 09:50:00	ポイント	OTHER.DMY.AV.22	AHU-1-1 送気温度		変化記録	値/状態	24.7 °C	SVC/スケジュール	
2020/09/08 09:45:30	ポイント	OFFICE.35.VAV.15	OFFICE 35F VAV テナント35-3 VAV35-8 発停		変化記録	値/状態		停止 SVC/条件演算	
2020/09/08 09:45:30	ポイント	OFFICE.35.VAV.13	OFFICE 35F VAV テナント35-3 VAV35-7 発停		変化記録	値/状態		停止 SVC/条件演算	
2020/09/08 09:45:30	ポイント	OFFICE.35.AHU.8	OFFICE 35F AHU AHU-35-3 給気ファン 状態		変化記録	値/状態		停止 DDC/DC制御_A	
2020/09/08 09:45:30	ポイント	OFFICE.35.AHU.7	OFFICE 35F AHU AHU-35-3 給気ファン 発停		変化記録	値/状態		停止 SVC/開穴運転	
2020/09/08 09:40:00	ポイント	OTHER.DMY.AV.22	AHU-1-1 送気温度		変化記録	値/状態	24.6 °C	SVC/スケジュール	
2020/09/08 09:35:30	ポイント	OFFICE.35.VAV.5	OFFICE 35F VAV テナント35-1 VAV35-3 発停		変化記録	値/状態		運転 SVC/条件演算	
2020/09/08 09:35:30	ポイント	OFFICE.35.VAV.3	OFFICE 35F VAV テナント35-1 VAV35-2 発停		変化記録	値/状態		運転 SVC/条件演算	
2020/09/08 09:35:30	ポイント	OFFICE.35.VAV.1	OFFICE 35F VAV テナント35-1 VAV35-1 発停		変化記録	値/状態		運転 SVC/条件演算	
2020/09/08 09:35:30	ポイント	OFFICE.35.AHU.2	OFFICE 35F AHU AHU-35-1 給気ファン 状態		変化記録	値/状態		運転 DDC/DC制御_A	
2020/09/08 09:35:30	ポイント	OFFICE.35.AHU.1	OFFICE 35F AHU AHU-35-1 給気ファン 発停		変化記録	値/状態		運転 SVC/スケジュール	
2020/09/08 09:30:30	ポイント	OFFICE.35.VAV.5	OFFICE 35F VAV テナント35-1 VAV35-3 発停		変化記録	値/状態		停止 SVC/条件演算	
2020/09/08 09:30:30	ポイント	OFFICE.35.VAV.3	OFFICE 35F VAV テナント35-1 VAV35-2 発停		変化記録	値/状態		停止 SVC/条件演算	
2020/09/08 09:30:30	ポイント	OFFICE.35.VAV.1	OFFICE 35F VAV テナント35-1 VAV35-1 発停		変化記録	値/状態		停止 SVC/条件演算	
2020/09/08 09:30:30	ポイント	OFFICE.35.AHU.2	OFFICE 35F AHU AHU-35-1 給気ファン 状態		変化記録	値/状態		停止 DDC/DC制御_A	
2020/09/08 09:30:30	ポイント	OFFICE.35.AHU.1	OFFICE 35F AHU AHU-35-1 給気ファン 発停		変化記録	値/状態		停止 SVC/開穴運転	

# 4.4 BEMSとは

## 4.4.1 BEMSの機能の分類

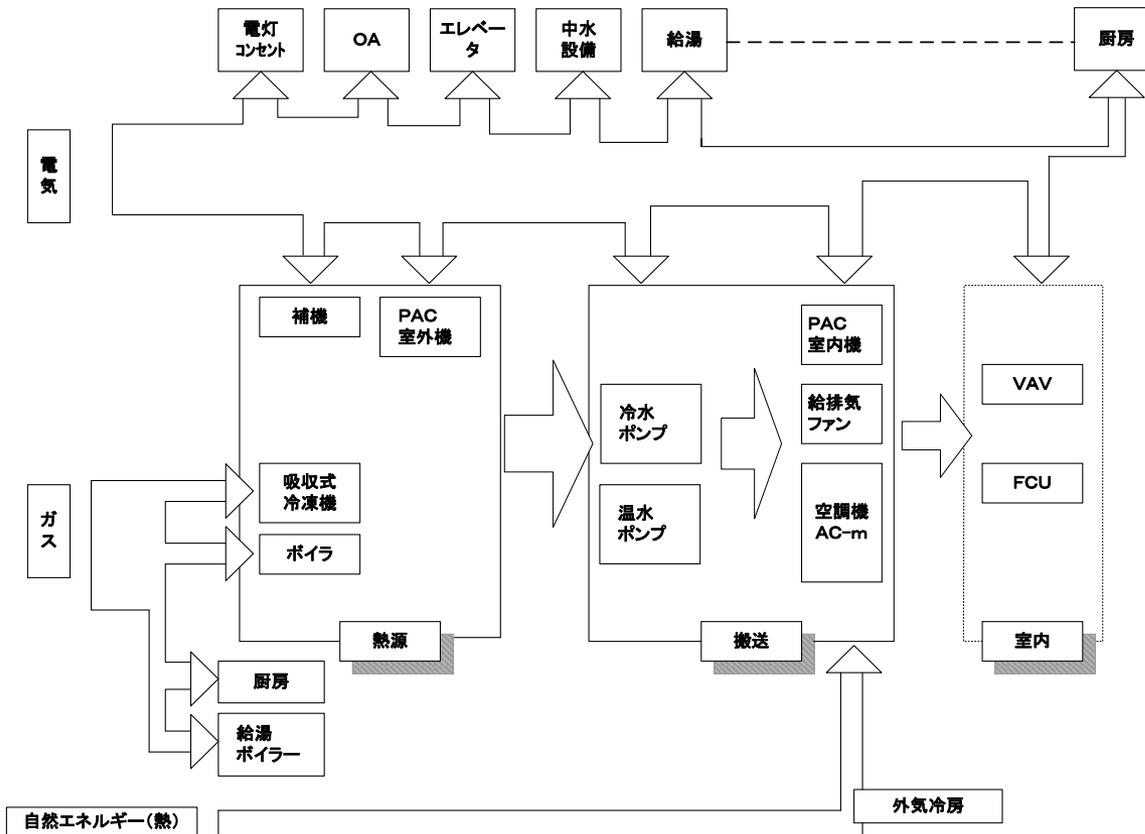
BEMS: 室内環境とエネルギー性能の最適化を図るためのビル管理システム (Building and Energy Management System)				
一般的な名称	ビルディングオートメーションシステム 中央監視システム	エネルギー環境管理システム	設備管理支援システム	施設運用支援システム
	BAS (Building Automation System)	EMS (Energy Management System)	BMS (Building Management System)	FMS (Facility Management System)
利用者	建物管理技術者	建物管理技術者 設計・施工者 性能検証担当者	建物管理技術者	建物所有者 建物管理技術者
主な機能	設備機器状態監視 警報監視 運転管理(スケジュール) 設備の自動制御 室内環境管理	エネルギー管理 室内環境管理 設備運用管理	設備機器台帳管理 修繕履歴管理 保全スケジュール管理 課金データ管理	資産管理 ライフサイクルマネジメント(LCM) 図面管理(CAD)

出典：空気調和・衛生工学会編「空気調和・衛生設備の知識(改訂4版)」23ページ（一部に追加・変更）

注：EMSはBEMS（Building Energy & Environment Management System）と呼ばれる場合がある。 54

# 4.4.2 エネルギー管理の基本

## 建物の一次エネルギーフロー



1. 地球環境保護、省エネルギーの社会的要請からBEMSでエネルギー関連データを収集し、分析を支援する機能が重要になっている。

### 2. エネルギー管理の留意点

(1) 必要な計測、計量ポイントが設計段階で考慮されていること。

また、センサー精度、計測・計量レンジが分析で必要な水準を満たしていること。

(2) 計測・計量データを指定した条件でフィルタリングできること。

時間：平日/休日、コアタイム/時間外など  
制御状態：冷房/暖房/外気冷房、最適起動中など

(3) 用途別に電力の計測ができていないこと。

ベース受電電力：電灯/コンセント、OA系  
変動消費電力：空調/熱源電力、自家発電  
電力量、蓄熱電力量、エレベータ電力

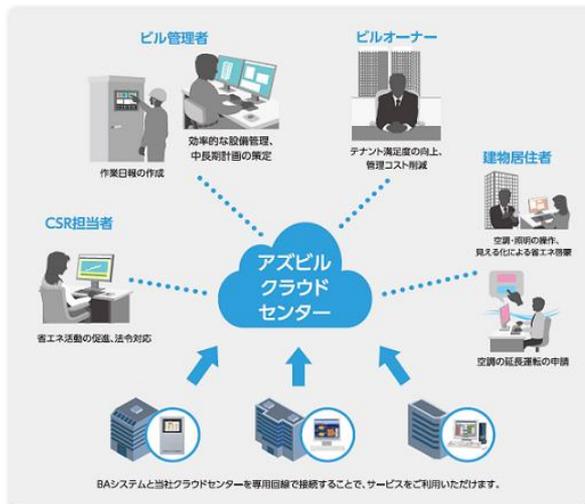
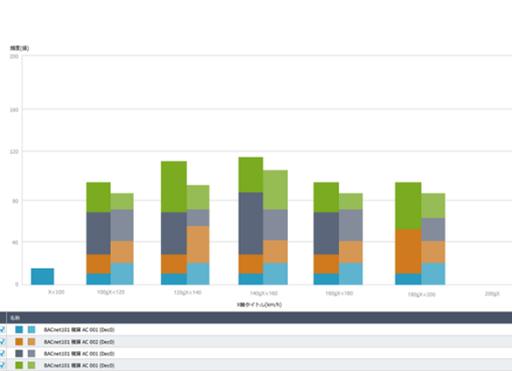
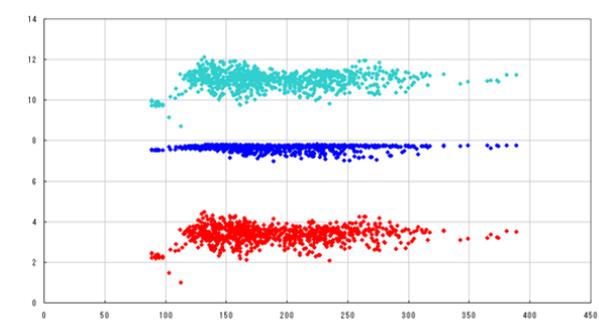
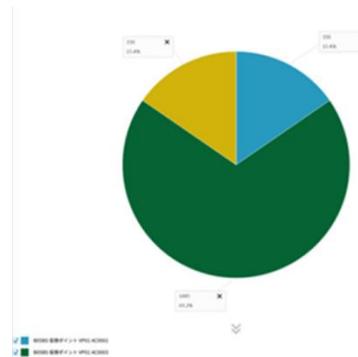
### 3. エネルギー管理設計のポイント

建物の一次エネルギーフローを作成すると消費エネルギーの用途別分類が分かりやすい。

# 4.4.3 EMS（エネルギー環境管理システム）

## ① EMS（エネルギー環境管理システム）とは

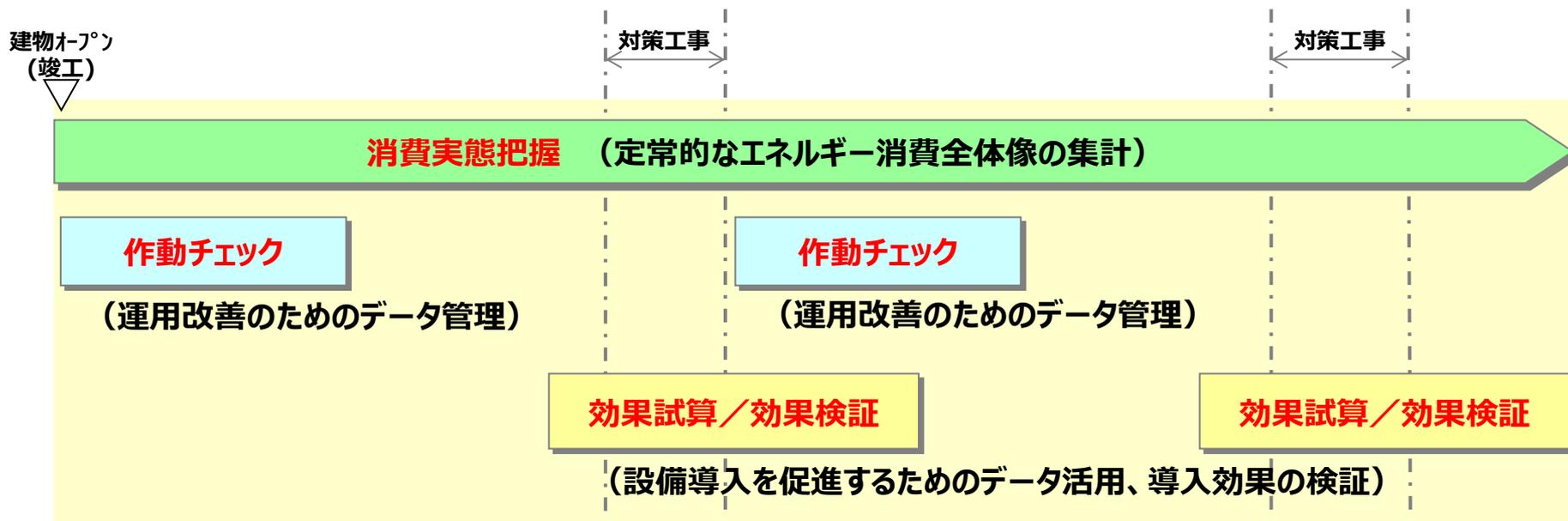
エネルギーデータの収集・分析機能を備え、建物の合理的なエネルギー使用に関連する管理を行うシステムのこと。（BEMS と呼ばれる場合もある）



## ② EMSのデータ管理

- 1) 消費実態把握・……………定常的なエネルギー消費全体像の集計
- 2) 作動チェック……………運用改善のためのデータ管理
- 3) 効果試算/効果検証……………設備導入を促進するためのデータ活用、導入効果の検証

※ 建物のライフサイクルに応じて、これらを適切に組合わせて実施する。

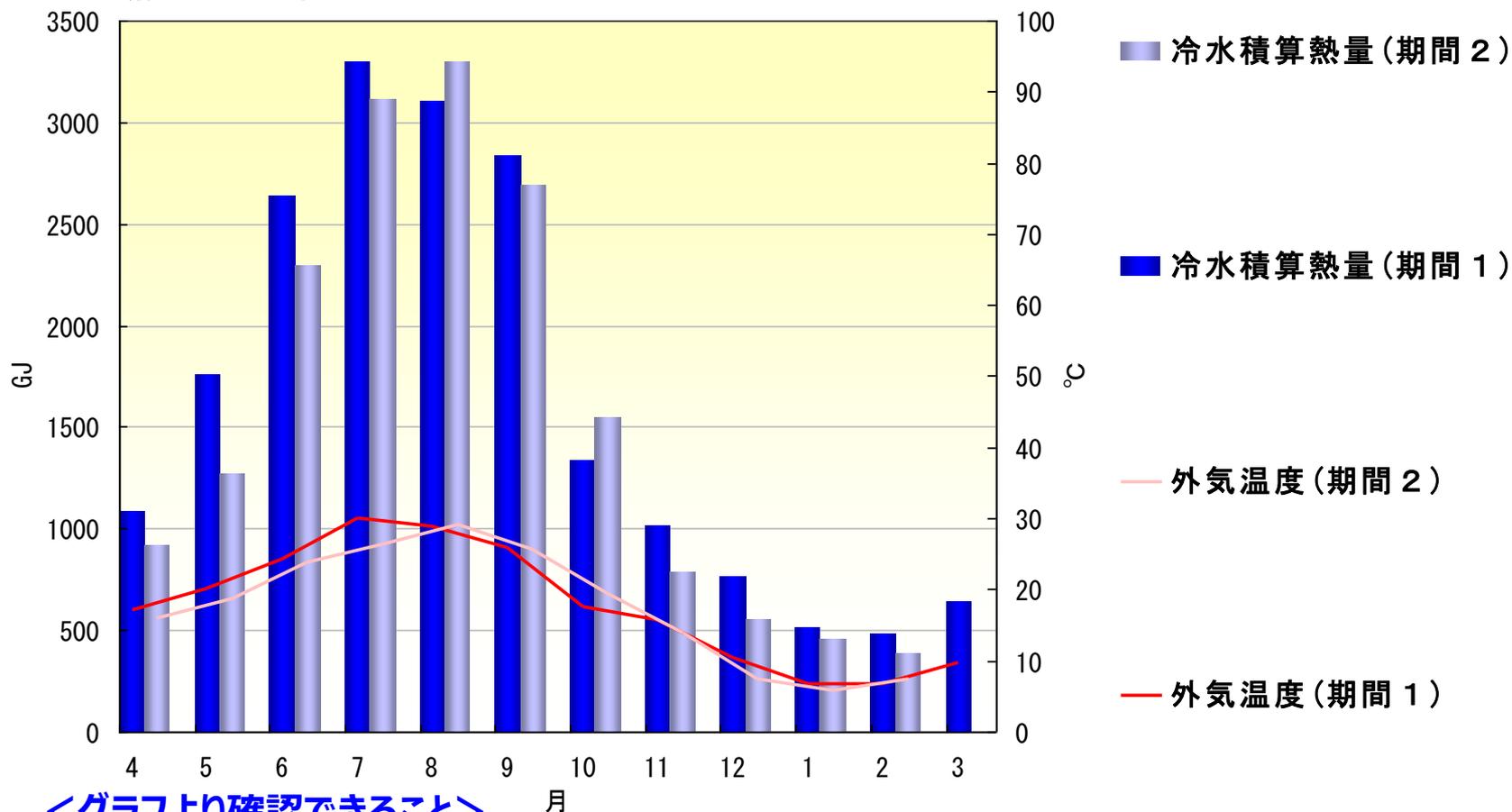


### ③ 消費実態把握（例：多年度グラフ）

受入冷水積算熱量グラフ

期間 1 : 2009年

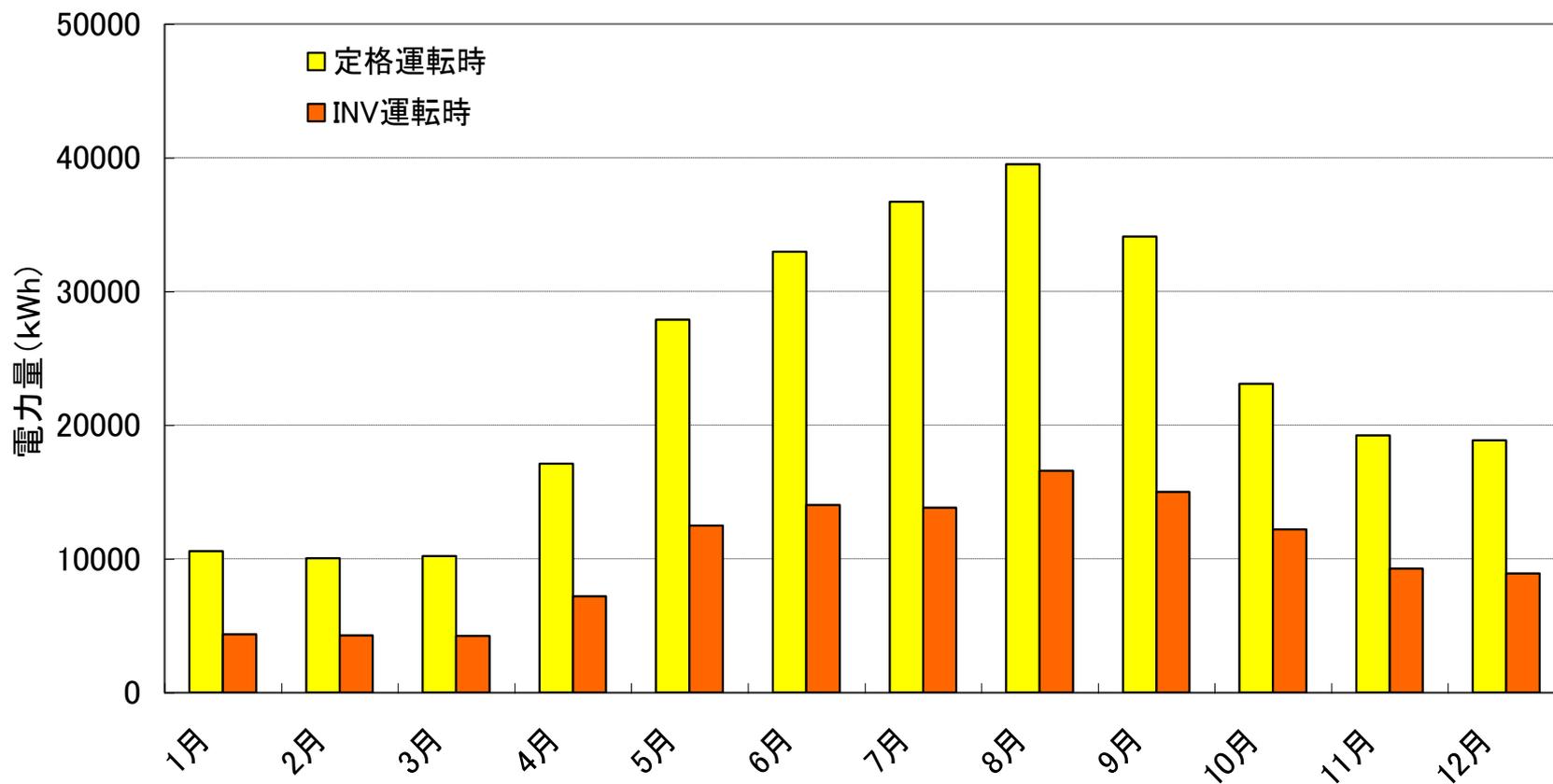
期間 2 : 2010年



<グラフより確認できること>

冷水積算熱量の推移と外気温度の相関を確認、また過年度と比較して「異常値」を判断

## ④ 効果検証（例：省エネルギー効果検証）



### <グラフより確認できること>

月毎の電力消費量と定格電力、運転時間の演算から想定される値を比較することにより、インバータによる省エネルギー効果を確認する。

# 4.5 通信オープン化技術

## 4.5.1 通信オープン化の概要

オープン化通信技術は、その採用によって「ベンダー選定の自由度」を求め、「最適な製品・システムを多くの（マルチの）ベンダーから調達できる」ことが期待されている。

1990年代後半から中央監視システムに対して、「通信規格（プロトコル）」のオープン化を要求する声が出始める。

オープンシステムが初めて導入されてから20年以上が経過し、様々な物件にて経験が積み、マルチベンダーによる施工事例も増加しつつある。

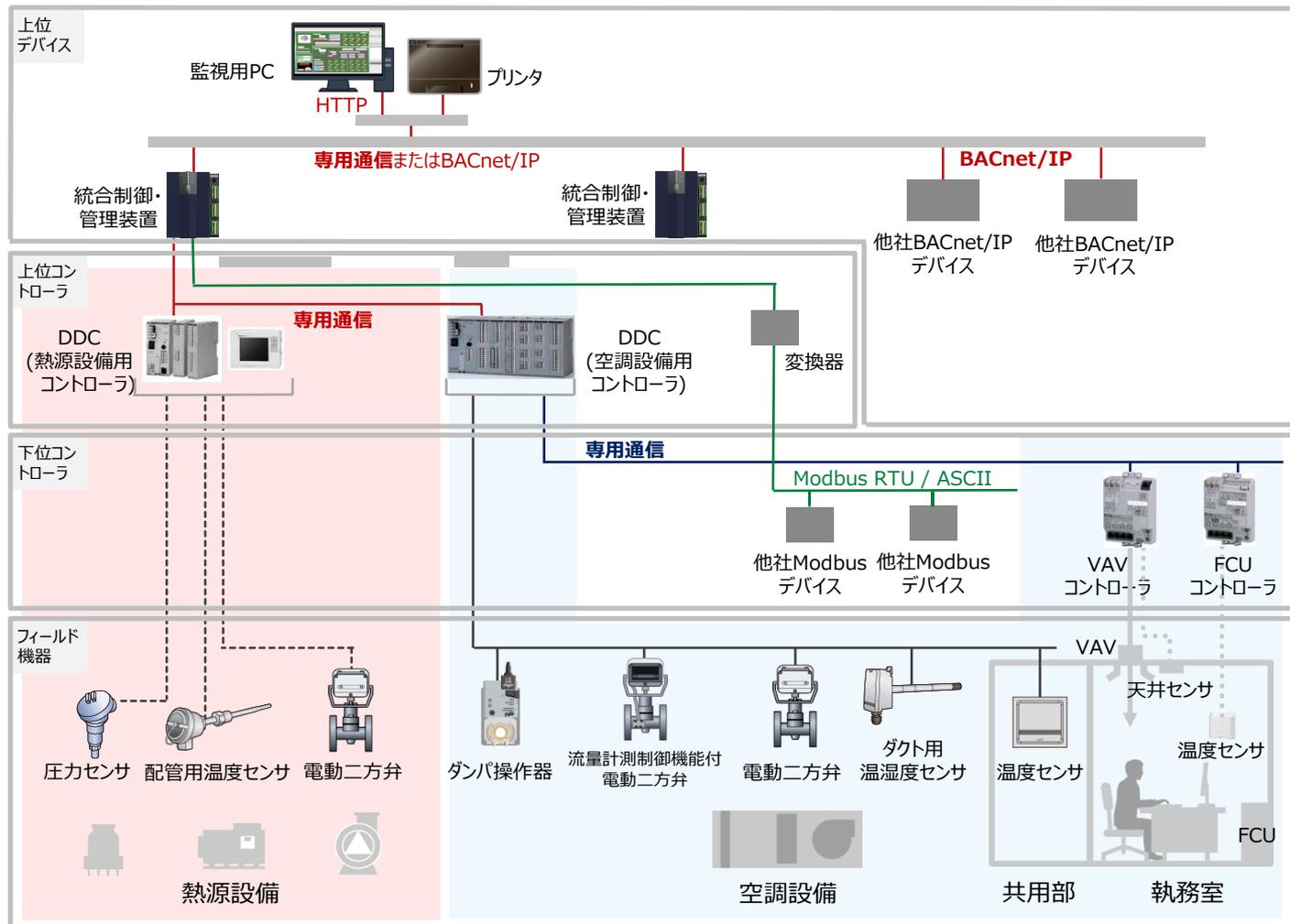
採用されてきた「オープンプロトコル」としては、下記の方式が大多数を占める。

1. 上位通信系 ⇒ BACnet™ /IP
2. 下位通信系 ⇒ BACnet™ MS/TP 、LonWorks®プロトコル

※BACnet™は、ASHRAE（米国暖房冷凍空調学会）が制定した「空調設備・熱源設備・その他のビル設備」を監視・制御するための標準規格である。2003年に国際標準規格「ISO 16484-5」として登録された。

※LonWorks® ネットワークは、米国Echelon社が開発した知的分散型制御のためのネットワーク技術の体系。

## 4.5.2 従来の中央監視システムの通信方式（参考）



※BACnetは、ASHRAEの商標です。

※ETHERNETは、富士ゼロックス株式会社の日本または他の国における商標です。

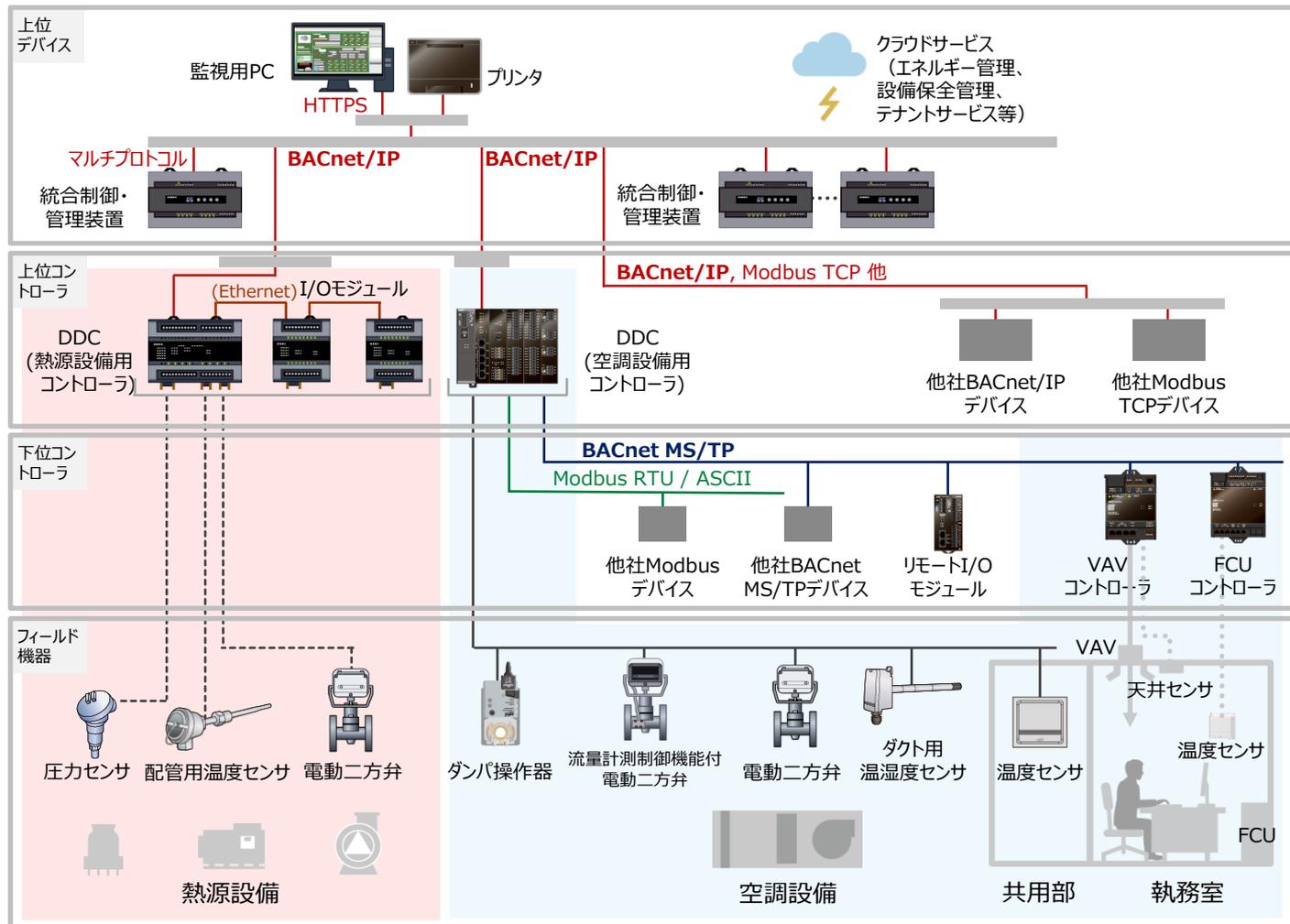
※Modbus is a trademark and the property of Schneider Electric SE, its subsidiaries and affiliated companies.

•VAV(Variable Air Volume)

•FCU(Fan Coil Unit)

※主に上位通信系は専用通信またはBACnet/IPを利用し、下位通信系は専用通信を利用

# 4.5.3 近年の中央監視システムの通信方式 (参考)



※BACnetは、ASHRAEの商標です。

※ETHERNETは、富士ゼロックス株式会社の日本または他の国における商標です。

※Modbus is a trademark and the property of Schneider Electric SE, its subsidiaries and affiliated companies.

•VAV(Variable Air Volume)

•FCU(Fan Coil Unit)

※主に上位通信系はBACnet/IPを利用し、下位通信系はBACnetMS/TPを利用

# 演習問題

【問1】空調機廻りの計装について述べた次の文章の（ ）内に、適切な語句を次頁の語群より選択し、記号を記入しなさい。

1. 室内温度の値により給気温度制御の設定値を変更する制御を、給気温度（ ア ）制御という。  
給気温度（ア）制御の利点は、外乱による（ イ ）変化に対し、即座に制御弁を制御し、追従性の向上を図れることである。
2. 滴下気化式加湿器などの水加湿器の場合の湿度制御は（ ウ ）制御で行い、蒸気加湿器は主に（ エ ）制御で行う。
3. 外気冷房有効の場合は、先に（ オ ）を開いていき、100%＝全開まで達してもなお、設定温度より高い場合に、（ カ ）を開き始める。
4. 空調機停止時に行う（ キ ）制御は、加湿器を（ ク ））、制御弁及び外気ダンパ・排気ダンパを（ ケ ）、還気ダンパを（ コ ）とする制御である。
5. 空調予冷予熱時に、ダンパ操作器により外気取入れを禁止し、加湿を禁止する制御を（ サ ）制御という。
6. VAV＋変風量空調機のファン回転数制御では、全VAVの（ シ ）合計で、ファンの出力基準値を決め、VAV内のダンパ開度から（ ス ）を判定し、出力値の補正をかける。

# 演習問題

## 【問 1 : 語群】

- ① 冷水弁 ② 温水弁 ③ 加湿弁 ④ 静圧過不足 ⑤ ダクト抵抗 ⑥ 換気量 ⑦ 比例  
⑧ 気流 ⑨ 全開 ⑩ 全閉 ⑪ 外気ダンパ ⑫ 排気ダンパ ⑬ 還気ダンパ ⑭ 要求風量  
⑮ ウォーミングアップ ⑯ 室内温度 ⑰ 室内湿度 ⑱ カスケード ⑲ 起動 ⑳ 停止  
㉑ ON/OFF ㉒ シーケンス ㉓ ローテイト ㉔ インターロック

## 【問 1 : 解答】

ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク	ケ	コ

サ	シ	ス

# 演習問題

【問2】 熱源廻りの計装について述べた次の文章の（ ）内に、適切な語句を下記の語群より選択し、記号を記入しなさい。

1. 密閉式1次ポンプ方式の冷凍機の台数制御は、負荷（ ア ）と、冷凍機の定格（ア）の比較で行うが、（ア）だけで冷凍機を台数制御すると、負荷側で温度差がつきすぎた時や、冷凍機的能力劣化時には、空調機等への送水温度が維持できなくなるため、（ イ ）により、（ ウ ）を行う。  
また、冷凍機への還り温度が低くなりすぎた場合は、冷凍機本体の保護回路により全台停止する可能性があるため、（ エ ）により（ オ ）を行う。
2. 2次ポンプ送水圧力制御にインバータを用いた場合は、インバータの（ カ ）まで回転数を落としてもなお、圧力が高い場合に、バイパス弁を（ キ ）始める。

【問2：語群】

- ① 上限値 ② 下限値 ③ 行きヘッド温度 ④ 負荷側還温度 ⑤ 還りヘッド温度 ⑥ 閉じ  
⑦ 開き ⑧ 減段補正 ⑨ 増段補正 ⑩ 回転数制御 ⑪ 圧力 ⑫ 流量 ⑬ 熱量

【問2：解答】

ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ