

2-1. 冷蔵庫①基本的な仕組み

必修ポイント① 食品を冷やす仕組み

・温度が低いところでは、細菌は繁殖しにくくなる。冷蔵庫には、食品を冷やすとともに、細菌の活動を抑制して食品を保存するという役割がある。なお、食品の腐敗を防止できるわけではない。

・物質には、固体から液体、液体から気体など、状態が変化するとき周りの熱を奪う性質がある(図1)。物質の状態が変化する際の融解熱や蒸発熱、昇華熱を利用してものを冷やす方法がある。

・蒸発熱(液体が気体になるときに周囲の熱を奪う働き)を利用する方法には、圧縮式と吸収式がある。現在、家庭用冷蔵庫では圧縮式が主流である。

・吸収式は主に冷凍倉庫などの大きな設備に採用されており、圧縮式に比べて静音性が高いという特徴がある。吸収式を採用した小型のものは医療用やホテル用として使用されている。

・そのほか融解熱を利用した氷室(ひむろ)、昇華熱を利用したドライアイスによる保冷などといった冷却方法がある。

・また、異なる金属や半導体を接合して、電流を流すと起こる吸熱・放熱の効果(ペルチェ効果)を利用して冷却する方法(ペルチェ方式)もある。ペルチェ方式の冷蔵庫は圧縮機(コンプレッサー)を使用しないため、作動音(起動音や振動音)がなく静かである。この方式はホテルなどの小型の冷蔵庫などに採用されている。

●圧縮式冷蔵庫の主要部品と役割

・冷媒を液体から気体へ、また気体から液体に変化させる一連の繰り返しを「冷凍サイクル」という。冷媒は液体が気体になるときに周囲から蒸発熱(気化熱)を奪い、気体から液体になるときに凝縮熱を排出する。家庭用冷蔵庫の冷凍サイクルは次の部品で構成されている。

・蒸発器(エバポレーター): 冷却器とも呼ばれる。蒸発器に低温・低圧の液体冷媒が送られてきて、周辺の空気から熱を奪って蒸発(気化)する。これにより蒸発器の周囲が冷却され、その冷気を庫内に送り込むことで冷やしている。

・圧縮機(コンプレッサー): 蒸発器で気体になった冷媒は、圧縮機の運転によって圧縮機内に吸い込まれる。同時に、常温でも冷媒が液体化しやすいように圧縮して高温・高圧の気体にする役割も担っている。

・凝縮器(コンデンサー): 放熱器とも呼ばれる。圧縮機から送られてきた高温・高圧の気体冷媒を凝縮器によって放熱し、常温・高圧の液体冷媒にする。

・毛細管(キャピラリーチューブ): 凝縮器によって常温・高圧の液体冷媒を蒸発器に送る前に、管径の細いキャピラリーチューブを通過させることで、蒸発(気化)しやすいように圧力を下げている。

必修ポイント② 冷却方式の違い

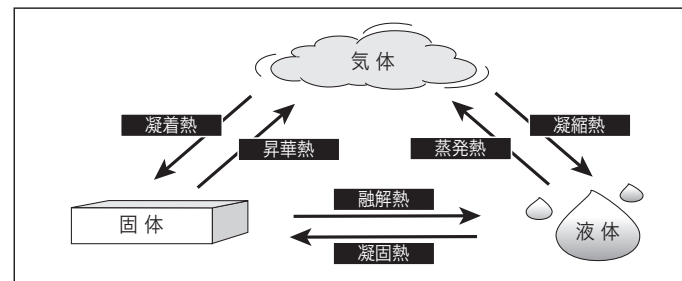
①直冷式: 庫内に露出した蒸発器で、自然対流によって冷却する方式。直接食品を冷やすことができるので効率がよく、電気代が安いというメリットがある。その反面、霜取り*①時には蒸発器に付着した霜が溶けるため、食品を外に出しておく必要がある。また、冷凍室と冷蔵室のどちらか片方の温度を基準に圧縮機を制御するため、各室ごとのきめ細かい温度制御ができない。主に小型タイプに採用されている。

②ファン式(間接冷却方式): 冷凍室や冷蔵室の壁で仕切った裏側に蒸発器を設置し、風路に設けたファンによって冷気を各室に送っている。蒸発器と庫内が壁で仕切られているので、霜取り運転時も食品を退避させる必要がない。また、霜取り運転は運転時間の積算などにより自動で行う。

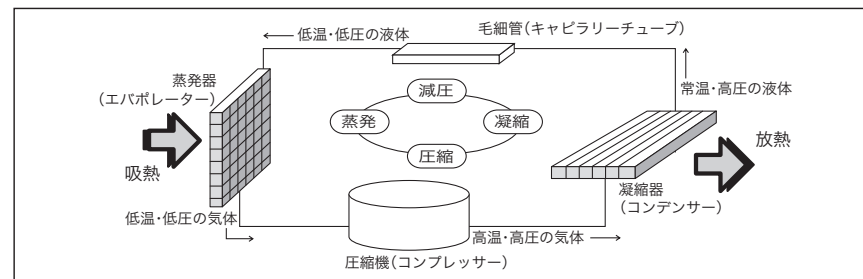
・シングル冷却: 一つの蒸発器で冷やすものを指す。冷凍室の温度により圧縮機の運転を制御し、ダンパーを切り替えて冷凍室の冷気の一部を冷蔵室に流し込み、冷蔵室を冷やす。そのため、冷凍室と冷蔵室を独立した温度に制御できる。

・ツイン(ダブル)冷却: ファン式の中でも、冷蔵専用と冷凍専用の独立した蒸発器を2つ搭載しているものを指す。三方弁で冷媒の流れを切り替えることで、蒸発器を交互もしくは同時に運転させて冷却力をアップし効率よく冷やすことができる。

●図1 物質の三態



●図2 冷凍サイクルの流れ



用語解説

*①霜取り…蒸発器(冷却器)に霜が付着すると、冷気の循環を妨げる。そのため定期的に、ヒーターで冷却器に付着した霜を溶かす霜取り運転を行う

必修ポイント① 暖房時の除霜(じょそう)運転

・ 室外の外気温が5℃まで低下すると、室外機の熱交換器の蒸発温度が0℃以下になり、空気中の水蒸気が熱交換器に霜となって付着する。霜が増えると、熱交換器に風が通らなくなり、室外の熱を吸熱できず暖房能力が低下する原因となる。

・ 暖房時には、付着した霜を取り除くために除霜運転を行う必要がある。除霜運転では、一定時間だけ冷媒の流れを暖房運転から冷房運転に切り換え、圧縮機からの高温の気体冷媒を熱交換器に送って霜を溶かす。除霜中は室内ファン*①を停止させる方式が広く採用されている。

・ このとき、溶けた霜は水になり室外機から水が落ちるので、設置場所や設置方法によっては室外機にもドレンホースを取り付けた方がよい。

・ また、暖房運転を継続したまま、コンプレッサーからの高温冷媒の一部を室外機の熱交換器に流し除霜する方式もある。

※ JIS (日本工業規格)が定めている低温暖房能力は室内温度20℃、外気温度2℃において、除霜、暖房のサイクルを3サイクル測定し、その間の暖房能力を平均化したもの。一般機種よりもインバーター機種の方が大きな値になる。

必修ポイント② 除湿運転の方式

・ 除湿運転とは室温をできるだけ変えずに、湿気のみを取り除く運転のこと。冷房運転時、室内機の熱交換器を空気が通る時に吸熱が行われるが、同時に空気中に含まれている水分も凝縮されて水になる。これがドレンパン*②に落ちて、ドレンホース*③を通じ室外に排出され、室内の空気が除湿される。この原理を応用して室内の湿気を取っていくのが除湿運転である。室内気温を下げずに除湿できるように、以下の方式が採用されている。

① マイコン制御方式による除湿運転

・ 基本的には冷房と同じ運転を行うが、マイコンの制御によって冷房能力を抑え、かつ室内機のクロスフローファンの風量をできるだけ小さくする。この方式では外気温度などの条件によるが、室内温度は若干下がり気味になる。

② 再熱方式による除湿運転

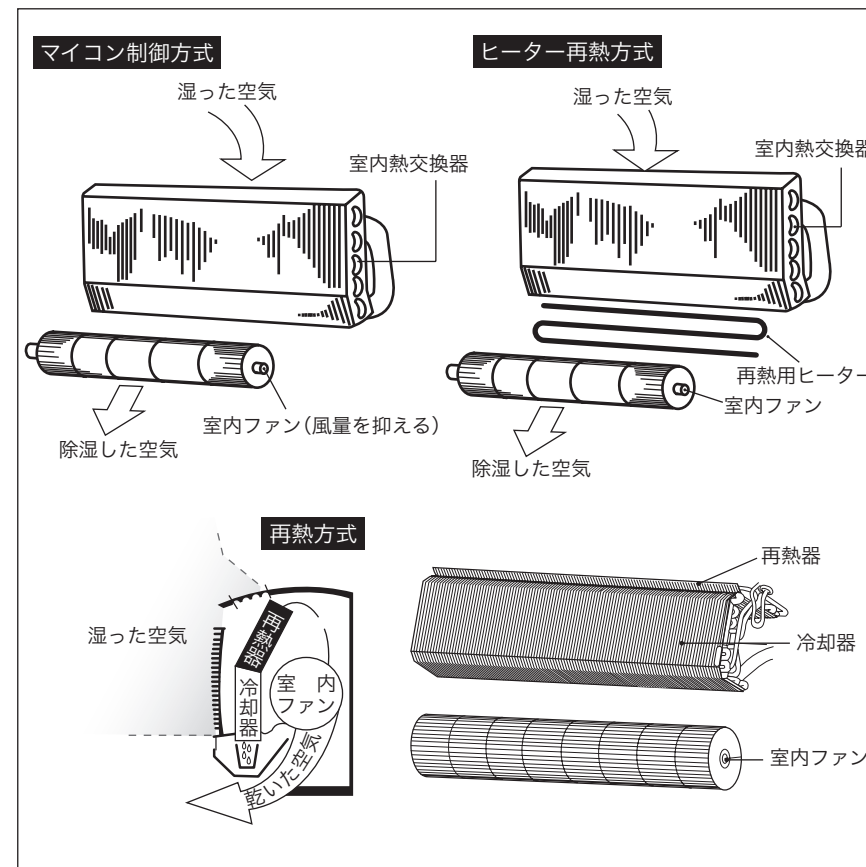
・ 室内の熱交換器を図のような構造にして、除湿運転時は電磁弁によって冷媒の流れを制御する方式。湿った空気を冷却器が除湿し、冷えた空気を再熱器が暖めるので、室温を下げずに除湿できる。ヒーターを搭載せず、室外機から出される排熱を再熱器が利用して暖めるので消費電力が小さくなるのもメリット。現在では再熱方式が多くの機種で採用されている。

③ ヒーター再熱方式による除湿運転

・ 冷房運転を行って熱交換器で冷却・除湿された空気に対し、ヒーターによって

加熱し、温度を上げてから送り出す方式。この方式は「本格ドライ運転」と呼ばれ、室内を冷やさずに除湿できるが、ヒーター通電によって消費電力が上がってしまうデメリットがある。

● 図 除湿運転で用いられる3つの方式



用語解説

- *①室内ファン…蒸発器に風を送るファン
- *②ドレンパン…蒸発器が冷やされると水滴が付いて流れるが、その水滴の受け皿のこと
- *③ドレンホース…ドレンパンにたまった水を外に排出するホース

2-10. 空気清浄機②集じん効率と脱臭性能

必修ポイント① 集じん効率と脱臭性能

・空気清浄機が集じんでできるのは、ほこりやカビ、ウイルス、ダニの死がい、たばこの煙、花粉などである。ただし、たばこの煙のガス成分には除去できないものもあり、一酸化炭素などは除去できない(JEMA・日本電機工業会)。

※JEMAでは集じん効率の測定にたばこの煙を試験粉じんとして採用しており(たばこの煙の粒子径が平均 $0.3\mu\text{m}$ と小さいため)、その集じん効率を70%以上と規定している。

・脱臭はペット臭、生ごみ臭、たばこ臭、窒素酸化物*①、ホルムアルデヒド*②などが可能である。常に発生しているにおい(ペット臭や、建材から発生するホルムアルデヒドなど)をすべて除去できるわけではない。

※JEMAの脱臭性能測定でもたばこを試験臭として採用しており、除去率を50%以上と規定している。

必修ポイント② 適用床面積

・空気清浄機を選ぶ際の目安となる部屋の広さを「適用床面積」という。これは、規定の粉じん濃度の汚れ(たばこ5本分の煙に含まれている粒子成分とガス成分)を、30分できれいにできる床面積(広さ)を表している。

・JEMAで具体的に規定されており、自然換気回数1(1回/時間)の条件下で、粉じん濃度 $1.25\text{mg}/\text{m}^3$ の空気の汚れを30分で、ビル衛生管理法で定める $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ まで清浄できる部屋の大きさを基準としている。

必修ポイント③ センサー機能

・センサー機能を搭載している機種もある。センサーで検知した情報によって、ファンの回転数などの運転制御を行う。

●ホコリセンサー：たばこの煙や、花粉、ハウスダストなどの粉じん状の汚れを検知する。粉じんの量が少ないと、反応しないこともある。

●ニオイセンサー：たばこのにおいや、化粧品、スプレーなどのガス状の汚れを検知する。温度や湿度の変化、無臭のガスなどに反応することもある。

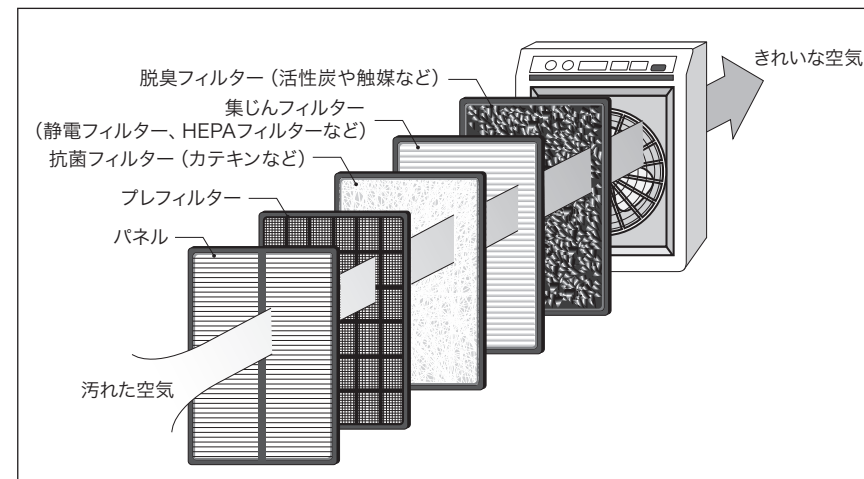
必修ポイント④ 使用上の注意

・フィルターはこまめに掃除、交換する。※空気を清浄するのに要する時間が、初期の2倍以上、脱臭機能によるおいの除去率が半分になるぐらいがフィルター交換の目安となる。電気式は放電部も定期的に清掃する。

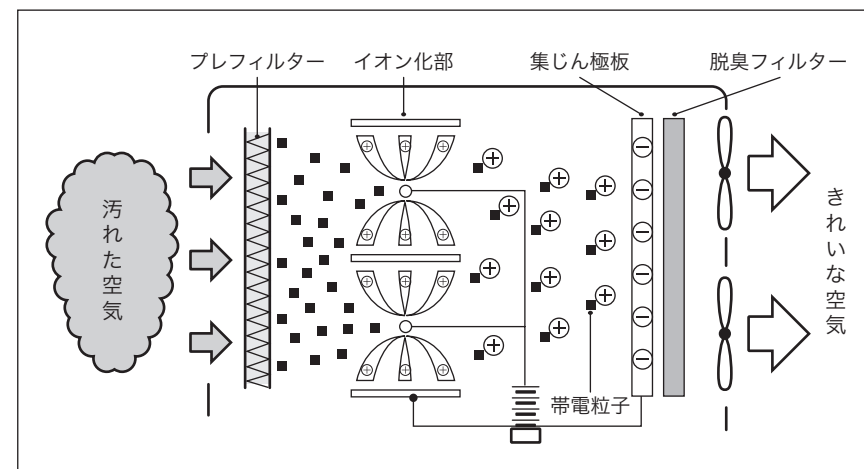
・浴室など湿気の多い場所や、機械油など油成分が浮遊する場所では使用しない。

・ガスや石油ファンヒーターなどの燃焼器具と併用する場合は換気する。

●図1 機械式の構造



●図2 電気式の構造



🔑 用語解説

*①窒素酸化物…窒素の酸化物の総称。一酸化窒素、二酸化窒素などのこと。窒素酸化物は光化学スモッグや酸性雨の原因にもなり、特に二酸化窒素は高濃度で人の呼吸器に悪影響を与える

*②ホルムアルデヒド…刺激臭のある無色の気体。高濃度のホルムアルデヒドガスを吸入すると、呼吸困難、肺浮腫などを発生する恐れがある