第21回 易しい科学の話 2018年3月21日(水)

> エアコンは、なぜすぐ暖かくならない? IHヒーターや、電子レンジの原理や特徴は?

> > 吉岡 芳夫

最初に質問

暖房器具はいろいろありますが、次の暖房 器具の特徴は何でしょうか?

- 1. エアコン
- 2. 石油ファンヒータ
- 3. ガスファンヒータ
- 4. 電気ストーブ

エアコンは、どうして暖かい風を作るのか?

- エアコンの吹き出し口の温度は、次のうちどれ?
 - 1. 40度
 - 2. 60度
 - 3. 80度
 - 4. 100度

エアコンの熱と冷熱

- 原理は、ガスの圧縮と膨張
- ・ ガスを圧縮すると、圧力が上がる
- より強く圧縮するには、力(エネルギー)が必要
- 圧縮されたガスは、力を持つ
- 圧縮されたガスは、温度が上昇する
- 膨張するガスは、温度が下がる(冷たくなる)

エアコンは、ガスを圧縮したり、膨張させたりして 熱や冷熱を作る。(冷房にも、暖房にも使える)

ガスを圧縮すると、どれくらい温度が上がるのか?

・ 温度上昇の理論式は、

$$T = T_0 \left(\frac{V_0}{V}\right)^{0.145}$$

T は、圧縮後の温度(273+温度)

V は、圧縮後の容積

T₀ は、圧縮前の温度(273+温度)

V。は、圧縮前の容積

上昇温度(絶対温度)Tは、圧縮前の温度(絶対温度)Toに比例する

エアコンによる温度上昇の計算値

NO	圧縮	もとの温度 (外気温)	圧縮後の温度 (吹き出し温度)	
1	1/4	10度	73. 1度	
2	1/4	マイナス5度	54. 8度	
3	1/5	10度	84. 5度	
4	1/5	マイナス5度	74. 5度	

ディーゼルエンジン: 圧縮比18、空気の温度: 10度、 エンジンの中の温度: 626度

暖房機の 吹き出し温度と暖房費

エアコン	石油ファン ヒーター	ガスファン ヒーター	FF 式 石油ヒータ	温水ヒーター	電気 ヒーター
60~80度	150度	110度	120度	70度	140度
2, 030¥	1,870¥	4, 860¥	2, 280¥	2, 960¥	4, 090¥

エアコンは、吹き出し温度が低いので、なかなか暖かくならない

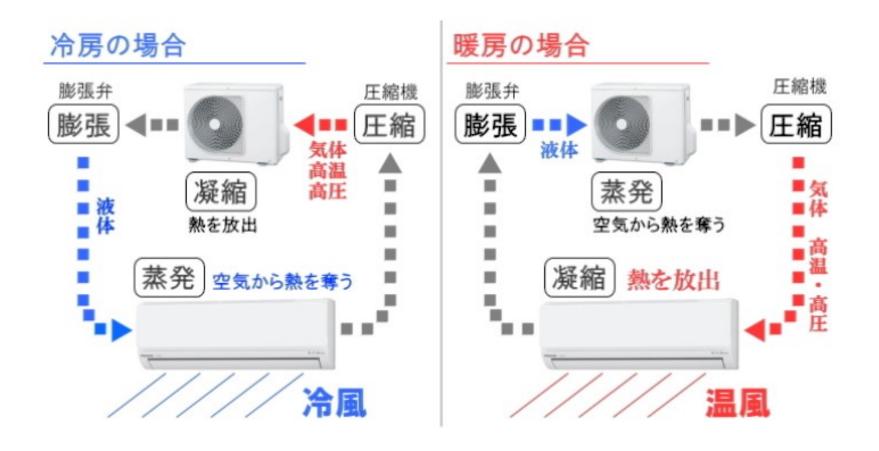
エアコンでは、ガストして 冷媒(フッ素化合物)を使う。

・ 暖房の場合

- 圧縮機で、1/4に圧縮すると、温度が上がるが、圧力は4倍以上になる。
- エアコンの暖房では、温度の高い冷媒から熱をもらって室内の冷たい空気を温める。
- 冷媒を膨張させると、圧力と温度がさがり、液体になる。
- 液体を外気で温めて、ガスに戻す。

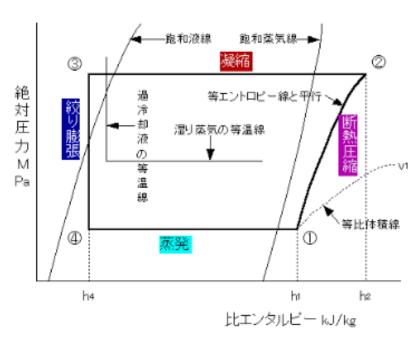
エアコンの原理

http://www.daikin.co.jp/naze/?ID=air_knowledge#/1-1/



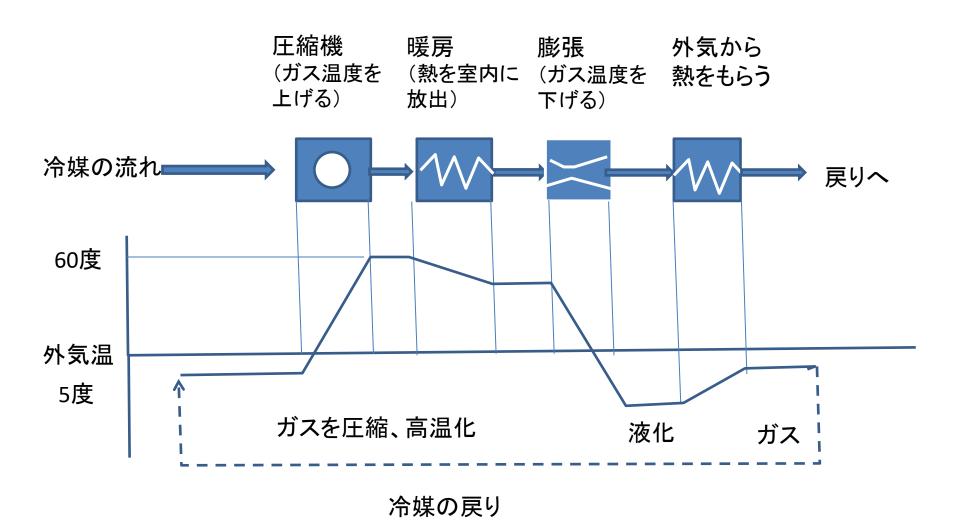
右図はp-h線図、別にモリエル線図とも言いますが、冷凍サイクルを簡略化して表すと右のように逆台形のような形になります。X軸に比エンタルピー、すなわち冷媒1kgの熱エネルギーを置きます。

点①→②間は圧縮機での冷媒の状態の変化 点②→③間は凝縮器での冷媒の状態の変化 点③→④間は膨張弁での冷媒の状態の変化 点④→①間は蒸発器での冷媒の状態の変化 を示します。



△p-h線図

エアコン暖房の原理



暖房運転時のエアコンの仕組み

- ① 室外機の熱交換器で、外気の熱エネルギーを「冷媒ガス」に汲み上げます。
- ② 室外機の圧縮機によって「冷媒ガス」が圧縮されます。
- ③ 圧縮され高温になった「冷媒ガス」が室内機に送られます。
- ④ 室内機に送られた「冷媒ガス」は、熱交換器で凝縮されて「熱」を放出します。
- ⑤ 室内機のファンで熱交換器に風を送り、熱交換器で熱を 与えられた暖かい風が吹き出します。
- ⑥室内で熱を放出した「冷媒ガス」が室外機に戻ってきます。
- ⑦ 室外機の膨張弁(ガスの圧力を調整する弁)を通過すると「冷媒ガス」は液体になります。
- ⑧ 再度、室外機の熱交換器で、外気の熱エネルギーを「冷媒ガス」に汲み上げます。

エアコン冷房の原理

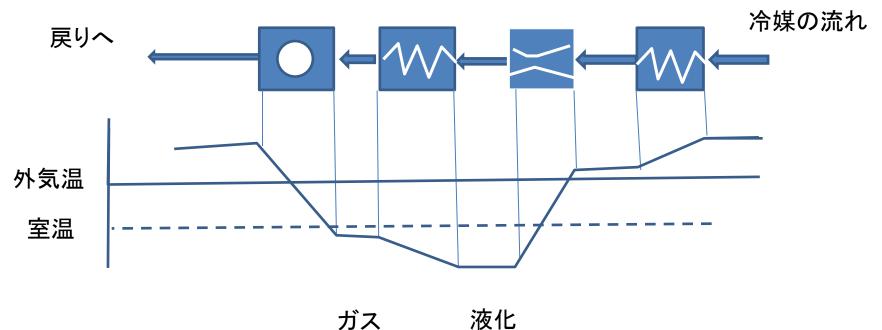
室内機

室外機

圧縮機 (ガス温度を 上げる) 冷房 (熱を室内 からとる) 膨張(ガス温度を

外気へ 熱を放出

下げる)



冷房運転時のエアコンの仕組み

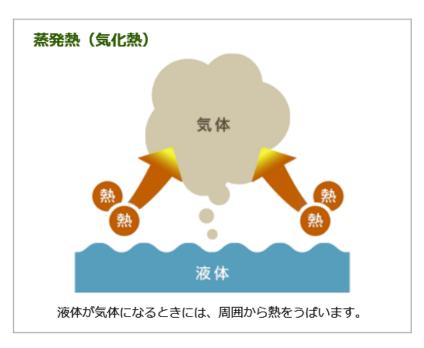
- ① 室外機から室内機に液体の状態で「冷媒ガス」が送られます。
- ② 室内機の熱交換器で「冷媒ガス」が蒸発し熱交換器を冷たく冷やします。
- ③ 室内機のファンで熱交換器に風を送り、熱交換器で熱を奪われた冷たい風が吹き出します。
- ④ 蒸発し気体になった「冷媒ガス」が室外機に戻っていき ます。
- ⑤ 室外機の圧縮機によって「冷媒ガス」が圧縮されます。
- ⑥ 圧縮され高温になった「冷媒ガス」は室外機の熱交換器 で凝縮されて「熱」を放出します。
- ⑦ 室外機の膨張弁(ガスの圧力を調整する弁)を通過すると「冷媒ガス」は液体になります。
- ⑧ 再度、室外機から室内機に液体の状態で「冷媒ガス」が 送られます

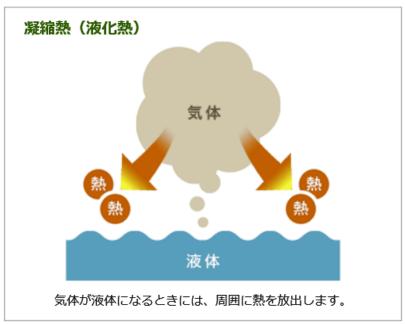
冷媒の特徴(冷房)

冷媒として使われているフロンは圧力をかけると液体になり、圧力を下げると気体になります。

エアコンの室内機と室外機を繋いでいる配管を経由して循環している冷媒は、冷房時には室外機で「気体→液体」となって外の空気に熱を放出します。

冷却されて液体になった冷媒は室内機に移動し「液体→気体」になって熱を回収して室外機に戻ります。



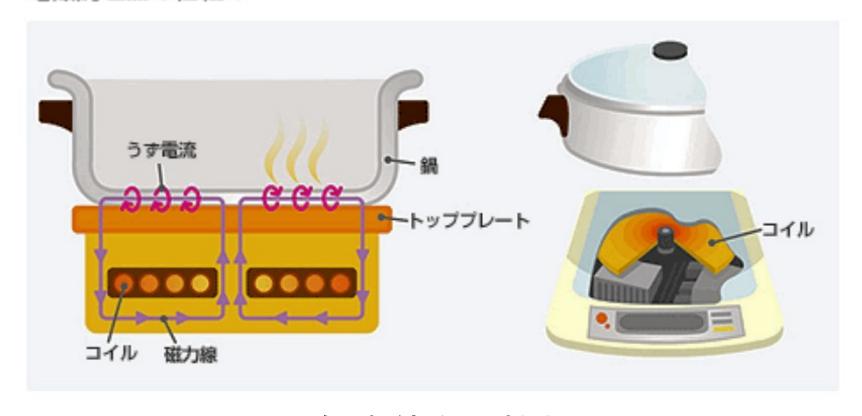


効率が良い理由

- 電気ヒーターは、電気で熱を作るが、1kWで1時間の 電力を使うと、3600kJの暖房ができる。
- しかしエアコンは1kWhの電力を使うと、15000kJ~ 25000kJの暖房ができる。
- エアコンは熱を電気で室内機から室外機、室外機から室内機へ移動・運搬するだけなので、効率が良い。
- この熱の移動・運搬を「ヒートポンプ」(熱のポンプ)という。
- ・ 成績係数(=冷暖房エネルギー量/入力電力量)は、 4~7である。

IH ヒーター

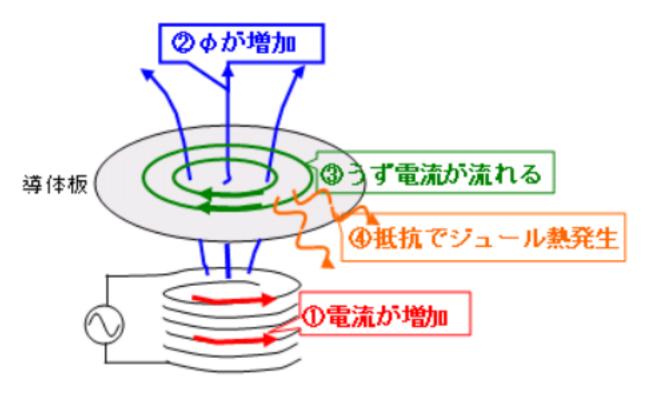
電磁調理器の仕組み



IH ヒーターは、鍋自体を発熱させる鍋に電流を誘起させる。電流は鍋を発熱させる。

磁界が電流を誘起する原理

うず電流



IH ヒーターの電気代は安いのか?

オール電化とガスの1kWhあたりのエネルギーコスト比較

LPガス

1kWhあたりのエネルギーコストは 21.21円

都市ガス

- 1kWhあたりのエネルギーコストは 12.10円
- IHクッキングヒーター(昼間 > 1kWhあたりのエネルギーコストは 38.63円 時間帯)
- IHクッキングヒーター(朝晩 > 1kWhあたりのエネルギーコストは 25.92円 時間帯)
- IHクッキングヒーター(夜間 > 1kWhあたりのエネルギーコストは 12.16円 時間帯)

IHヒーターの特徴は?

- ・火を使わない安心
- 掃除が簡単で清潔
- 高性能で高火力
 - IH調理器のいいところは、なんといっても火を使わないところでしょう。
 - IH調理器そのものに触れても熱くないので、周囲にある紙や布に引火する心配もないし、
 - 消し忘れの心配もありません。
 - 周囲に置いた食材も温まらないので、野菜や肉をすぐ横においても安心です。

IHヒーターとは

①うず電流

電磁誘導により鍋底にうず 電流を誘起させ、鍋自体が 加熱される

②トッププレート

③IHコイル

高周波交流電力により磁界を発生させるコイル

4磁力線

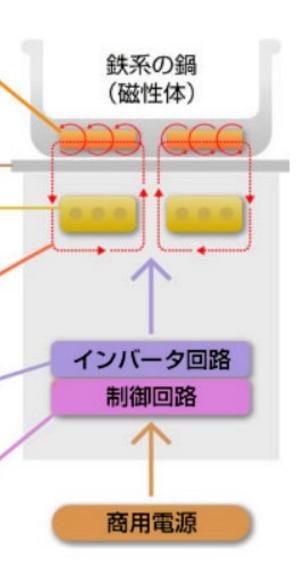
加熱コイルを取り巻くように 磁力線が発生する

⑤インバータ回路

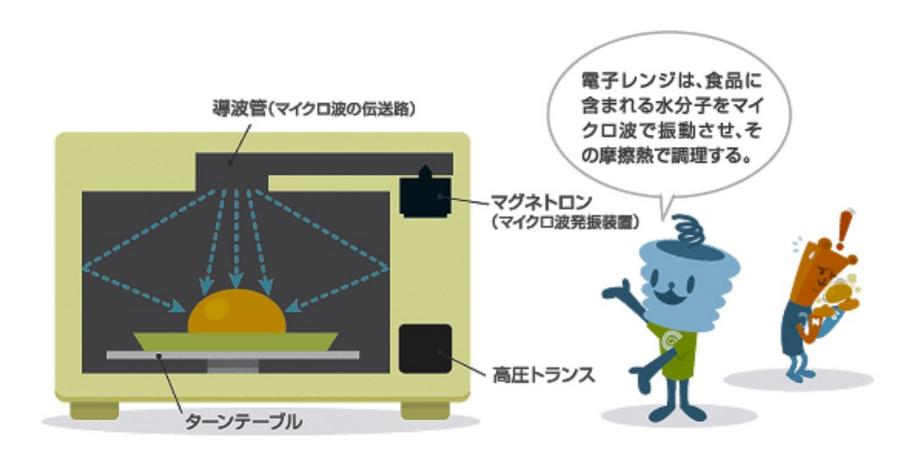
20k~30kHzの高周波電力に 変換し、加熱コイルに送ります

⑥制御回路

インバータ回路をコントロー ルする役目



電子レンジの構造



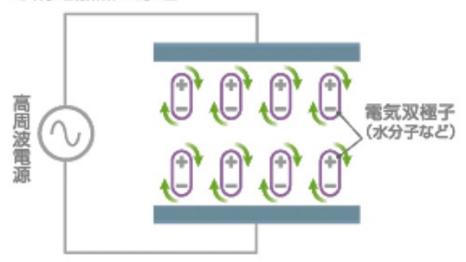
電子レンジは、食品を中から加熱するのが特徴。焼きイモや、まんじゅうなどを加熱し、うっかり食べると、やけどする。

電子レンジの加熱原理

水分子(H2O) 電気双極子

水分子(H2O)は"く"の字型に曲がっている ので、電荷の分布がプラスとマイナスに偏り、 全体では電気双極子となっている。

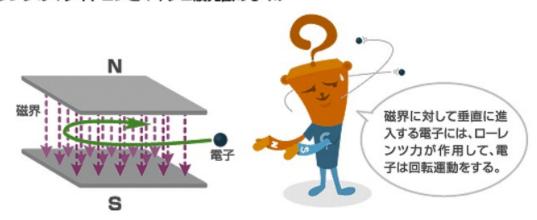
誘電加熱の原理



高周波の電界を加えると、電界が交互に変化するたびに、 水分子(電気双極子)は反転し、摩擦によって熱が発生する。

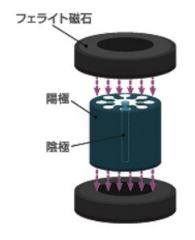
水分子を振動させるマイクロ波(電波)の発生方法

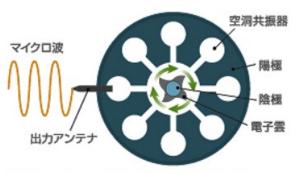
電子レンジのマグネトロンとマイクロ波発振のしくみ



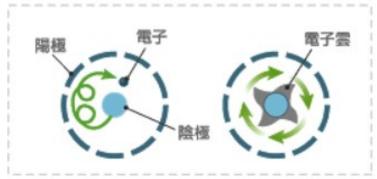
●電子レンジのマグネトロンの基本構造

●電極断面





電子雲の回転は、空洞部において空洞共振を起こす。その エネルギーをアンテナからマイクロ波として取り出す。



ローレンツカにより、電子は陰 極のまわりを回転しながら周回 する。その結果、歯車のような 電子雲となって回転する。

電子レンジでゆで卵つくり

http://mio816.xsrv.jp/yudet-6096



エアコンはなぜすぐに暖かくならない? IHヒーターや電子レンジの原理や特徴は?

終わり