

## 環境対策、環境負荷の発生抑制、ライフスタイルの変革

### 1.3.3 暖房方法の選択

暖房の熱源には電気、ガスや石油、それに薪炭があります。暖房の方法には部屋ごとに暖める方法と、ボイラーで温水を作り、各部屋に送って家全体を暖める集中暖房があります。伝熱の機構には赤外線による放射伝熱と、温めた空気を循環させる対流伝熱があります。本稿では暖房の熱源ごとに暖房の方法と暖房機器、それにエネルギー効率を概説します。

住宅の暖房に使われているエネルギーは、北海道が全量の6割～7割で、北海道以外は2割～3割です。大きな割合を占めているので、暖房方法の選択は費用の点でも環境影響の点でも重要です。

## 1. 電気をエネルギー源とする暖房

### 1.1 こたつ（炬燵）

日本起源の伝統的な「こたつ」は部屋を暖めるのには不十分ですから、暖房機器というより部分的な暖房補完機器と言った方が適切でしょう。欧米では使われませんが「床に座る」生活習慣がないからで、「畳」や「座布団」が使われないのと同じ理由です。なぜ日本だけ床に直接座る生活習慣が定着したのかわかりませんが、欧米では室内でもスリッパを履くように、床を地面の延長線と考えているのではないかという説があります。

「こたつ」が生まれたのは室町時代で、囲炉裏（いろり）の火力を落として灰をかぶせ、その上に「すのこ（簀の子）」に短い脚をつけた台を置き、衣服をかぶせたものだったそうです。起源はともかく、来日した欧米人も使ってみて快適性に感激し、一度座ると動けなくなると言っています。熱源は1960年頃まで炭でしたから、火を入れるのも消すのも面倒でした。しかし、その後は電気に

代わって簡単になり安全性も向上しました。腰から下しか暖めないのが電力消費量は100～200Wと少ないのですが、体全体が暖かく感じられるので室温が少々低くても寒さを感じにくいのが長所です。快適性とエネルギー効率の高さから、暖房の方法としては脇役ですが今後も長く使われるでしょう。

### 1.2 電気ストーブ

電気ストーブは電力で発熱体を灼熱し、遠赤外線を発生させて人や物を暖めます。発熱体によって数種類があり、カーボンヒーターはガラス管に封入した炭素繊維が発熱体です。グラファイトヒーターは発熱体に黒鉛を使用しており、シーズヒーターはセラミックでコーティングしたニクロム線（ニッケルとクロムの合金）が発熱体です。遠赤外線は直進性が強いので、部屋全体を暖めるよりも直接身体に向けて使うのに適しています。所要電力は800Wから1200Wが多く、熱量はトースターと同程度ですから部屋暖房には不十分です。電力がすべて熱に変わるので、電源が火力発電の場合のエネルギー効率は、発電効率と送電の熱損失を考慮すると35%～40%です。

### 1.3 電気ファンヒーター

電気ファンヒーターは、電力でヒーター内部の発熱体を発熱させ、ファンで風を当てて温風を送り出します。発熱体はセラミックヒーターをアルミ製の放熱フィン内に圧入した構造で、外部から見えず触ることもできません。放射伝熱ではなく空気で熱を運ぶ対流伝熱ですから、部屋全体に熱が伝わります。軽いので簡単に運べますし、表面に高温部分がないので安全です。消費電力は電気ストーブと同等か少し多い程度ですが、エネルギー効率は同じ水準です。セラミックファンヒーターと呼ばれることも多いです。

#### 1.4 オイルヒーター

オイルヒーターは、放熱板（フィン）がついた密閉容器内に難燃性のオイル（石油系の熱媒体）が密封されています。使用時にはオイルを電力で加熱し、その熱を放射伝熱で室内に放出します。放熱で温度が下がったオイルは、ヒーター内で再加熱され循環します。消費電力は 600～1500W の機種が多いです。放熱板の表面温度は高くないので安全ですが、放熱面積が広いのでサイズが大きい傾向です。重量は封入オイルの分が重くなります。エネルギー効率は電気ストーブと同じ水準です。

#### 1.5 パネルヒーター

パネルヒーターは平板型のパネルに電気抵抗で発熱する電熱線を封入し、放射伝熱で室内を暖めます。発熱部にはアルミ板に絶縁体や発熱体を圧着した多層構造や、セラミックの無垢板と発熱体を一体化した構造が採用されています。メンテナンスが不要で軽量ですが、部屋全体が温まるのに時間がかかります。消費電力とエネルギー効率は、電気ストーブと同じ水準です。

#### 1.6 ホットカーペット

ホットカーペットは、電流を通すと発熱する電熱線をカーペットに敷きこんだ暖房機器で、電熱線にはニクロム線や鉄クロム線が使われています。市販されているサイズは一畳（132cm×176cm）から 4 畳（200cm×310cm）が多く、電力消費量は 2 畳で約 500W です。ペット用には、もっと小さい多様なサイズが販売されており利用者が多いです。ホットカーペットで暖かいのは表面だけなので、部屋全体を暖めることはできません。しかし、体が暖かい部分に直接接触するので、室内温度が低めでも体感温度を快適に保てます。ホットカーペットは電気代が高いという意見が少なくありませんが、直接接触しない部分が多いので電力消費の意

識が薄く、不要になってもスイッチを切らない傾向があるからです。ペット用はサイズが小さいですが 24 時間スイッチオンが多く、1 畳でも月に約 180kW 時の消費になり、電気代が 5,000 円ぐらいになります。エネルギー効率は、電力を熱に変換するだけですから電気ストーブと同等です。

#### 1.7 床暖房

ホットカーペットの延長線上にあるのが床暖房ですが、カーペットのように床に敷くのではなく、床下に電熱線を敷設します。工事には床に重ねて直貼りする方法と、床を全面的に張り替える方法があります。床に重ねて直貼りする場合は、床の上に電熱線設備を敷き、床暖房専用のフローリングを重ねます。工事は簡単で数日で済みますが、床が 2 重になるので段差ができてしまいます。全面的に張り替える場合は、今ある床をはがして電熱線設備を埋め込み、床暖房専用のフローリングを重ねます。工事費が高くなりますが、完成後はフラットな状態になります。畳からフローリングに変更する場合に、合わせて工事をするケースが多いです。ホットカーペットのように季節に応じて出し入れする手間がなく、上に家具を置いても問題ありません。一方、部屋の用途が変わっても床暖房は変えられないので、長期的な使用を前提に導入すべきでしょう。エネルギー効率はホットカーペットと同水準ですが、ホットカーペット以上に無駄な放熱が発生しやすいので、スイッチのオンオフに留意すべきでしょう。

#### 1.8 ヒートポンプエアコン

ヒートポンプエアコンは冷房機器として開発されたので、暖房も可能な機器でしたが、初期には暖房に使う人がいませんでした。ところがエアコンが普及するにつれて、暖房の性能向上が求められるようになりました。1 台の機器で冷房と暖

房の両機能を果たすことができ、温度調整が容易で、壁掛け式なら場所も取らないからです。ヒートポンプの技術も大きく進歩しました。圧縮機の能力が向上したので、得られる温風の温度が高くなりました。熱交換器は伝熱管を細くして伝熱面積を大きくし、限られたスペースでの熱交換量を増大させました。インバーターが発達したので圧縮機の回転数制御が可能になり、エネルギー効率が向上しました。

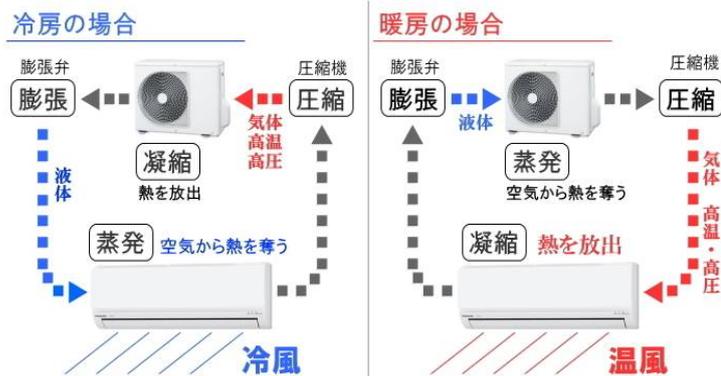


図. 1 ヒートポンプエアコンの原理

ヒートポンプエアコンのエネルギー効率は、得られる年間の冷暖房能力と消費電力の比率で表し、「**通年エネルギー消費効率 (APF)**」と呼ばれます。私事ですが、拙宅では 1997 年にクーラーとして壁掛け式を購入しました。この時の APF は概ね 2.7 で、暖房に使うと電気代がガス代よりかなり高いことがわかりました。ところが 2011 年に購入したエアコンは APF が概ね 4.5 になっており、暖房に使っても電気代の方がガス代より安くなっていました。そこで拙宅では暖房にも使用するようになり、ガスのファンヒーターは短時間の一時使用だけになりました。その後もヒートポンプエアコンは性能の向上が続き、2020 年の時点では APF が 6 から 7 の機種が市販されています。

なお、エアコンは外気温が 2 度以下になると霜取りに電力を消費するのでエネルギー効率が低下します。APF は東京地区を基準にした数値ですが、そのために寒冷地の効率はカタログ表示の APF より小さくなります。しかし効率の低下を防ぐ種々の対策が講じられ、現在は寒冷地にも普及しています。ヒートポンプエアコンのエネルギー効率は、電源が発電効率 35%~40% の火力発電の場合、APF を乗じた 150% から機種によっては

200% を超えるでしょう。図 1 に一般的なヒートポンプエアコンの仕組みを示します。右側が暖房の場合で、点線で示したのが熱媒の流れです。熱媒には沸点が概ね  $-50^{\circ}\text{C}$  の代替フロンが使われます。室外の圧縮機で加圧されて約  $50^{\circ}\text{C}$  になった熱媒は、室内機の熱交換器でファンの風を受け、室内を暖めると同時に自らは約  $35^{\circ}\text{C}$  に冷やされます。室内機を出た熱媒は、膨張弁で圧力を低下させると概ね  $-10^{\circ}\text{C}$  に下がります。そこで外気から熱交換器で熱を取り込み、約  $0^{\circ}\text{C}$  に暖めます。次に圧縮機で加圧すると約  $50^{\circ}\text{C}$  になるので、室内機に送り込みます。

## 2. ガス・石油をエネルギー源とする暖房

### 2.1. ガス・石油ストーブ

ガスストーブと石油ストーブは、燃料を燃やしてセラミックや金属を灼熱し、遠赤外線を発生させて人や物を直接暖めます。放射伝熱ですから空気の対流は起こしませんが、暖められた部屋が家具も含めてまた放射熱を発生するので、部屋全体を暖めることができます。一方、本体の温度が高いのと放射熱を直接受けた物の温度が高くなるので、近くには燃えるものを置かない注意が必要です。エネルギー効率は、燃料の保有熱量がすべて

熱に変わるので 100%ですが、燃焼で生じた二酸化炭素が室内に残るので定期的な換気が必要です。

## 2.2. ガス・石油ファンヒーター

ガスと石油のファンヒーターは、燃料の高温燃焼排ガスを空気で希釈し、温度を下げて室内に吹き出します。燃料の保有熱量がすべて熱に変わるのでエネルギー効率は 100%ですが、燃焼で二酸化炭素が発生するので換気が必要です。このため連続した長時間使用よりも、寒い時の短時間使用に適しています。同じ原理のファンヒーターで、換気が不要な FF (Forced Flue system) ヒーターもあります。室外に壁を通して通風管を出し、送風機で燃焼用の吸気を引き込み、燃焼排ガスを排出します。通常、通風管は二重管になっていて、外側から入る吸気が内管から出る排ガスの熱を回収しています。容量が大きい場合に採用されますが、排気に含まれる燃が損失になるので、エネルギー効率は 75%~80%です。

## 2.3 床暖房

床暖房は図 2 に示すように、室外にガス給湯器を設置し、温水を室内の床に敷設した配管を通して部屋を暖房する方法です。温水配管設備にはフロー一体型と分離型があり、一体型は既存の床に重ねて張ることができるので、既設建築のリフォームに適しています。工期は数日と短く済みますが、既存の床に重ねて張るので約 10mm の段差が生じます。一方、新築の場合や床の断熱材も入れ替えて本格的な温水床暖房を設置する場合は、フロアとの分離型が適しています。分離型だとフローリングの種類も豊富なので、好みの柄・色から選べます。温水配管設備はメーカーによって異なりますが、アルミ温水管にアルミ板を載せて床面に熱を伝えやすくした温水パネルもあります。フローリングは乾燥状態になるので、隙間が発生しやすくなります。そのため、床暖房に適したフロ

ーリングへ張り替えが必要で、各メーカーは床暖房に適したフローリングを販売しています。ガス給湯器（熱源機）はキッチンや浴室用と共用できますが、給湯配管工事が必要です。給湯器を専用に設置する場合も、室外の設置場所まで水道とガスの供給配管が必要です。床暖房のエネルギー効率は給湯器に依存するので通常は 80%、潜熱回収型（エコジョーズ）なら 95%に達します。設備費は、給湯器を含めると電気を熱源とする床暖房より高くなります。しかし燃料費は電気式より安いので、使用期間が長い寒冷地向きでしょう。

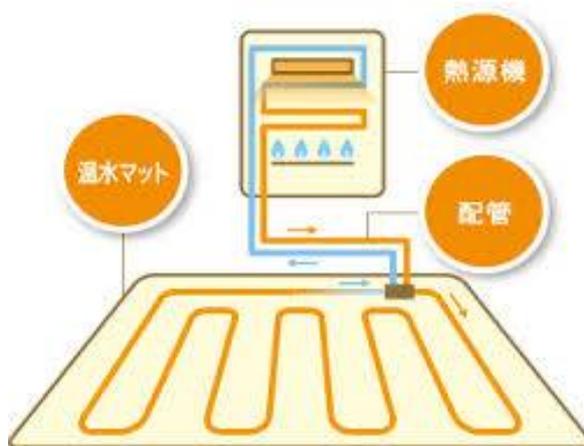


図 2. ガスを熱源とする床暖房 (出典: リンナイ HP)

## 2.4 セントラルヒーティング

温水ボイラーで 50℃~70℃の温水を作り、全室に送って暖房に使用する方法です。緯度の高いヨーロッパ諸国やカナダ・北米で普及しています。各部屋には温水コンセントがあり、暖房にはパネルヒーターが使われます。安全性と快適性に優れているので、日本でも北海道を中心に関東でも一部の集合住宅に採用されています。集中ボイラーと各部屋への温水供給設備が必要なので、新築時の採用が一般的です。一方、人がいない場所まで暖めるので暖房費が高くなる傾向があります。熱効率はボイラーの効率とほぼ同じで、概ね 70%~80%程度でしょう。 (おわり)