

# 積算ポケット手帳

ESTIMATION  
POCKETBOOK

建築資料研究社

# 設備編

2020-21

給排水・  
空調・  
電気工事

特集 住宅設備としての

放射（輻射）冷暖房

企画 セレクトプロダクツ／住宅設備工事見積り事例

## 特集

# 住宅設備としての 放射(輻射)冷暖房

住宅の冷暖房システムは、エアコンに代表されるように冷風や温風を吹き出す対流式が主流であり、エアコンの省エネ性能や多機能性などは年々向上しているが、人体に直接風が当たることの不快感や、風によって塵・埃が室内に舞ってしまうこと、室内の上下で温度差が生じるなどといった対流式ならではの問題も依然として指摘されている。

こうした対流式のデメリットがなく、人体にとって快適な冷暖房システムとして放射(輻射)式が以前から知られていたが、最近になって普及の兆しが見え始めてきた。

そこで、本特集では、最近設立された輻射冷暖房普及促進協会と日本放射暖冷房協会の活動から現状と今後の動向を探り、あわせて主な住宅設備としての放射(輻射)冷暖房製品・システムを紹介する。

取材・文＝酒井 新＋編集部

# 快適性・省エネ性の理解と普及に向けて

輻射冷暖房普及促進協会は、輻射（放射）の効果を分かりやすく発信し、広くユーザーに理解を深めてもらうことなどを目的として2018年7月に設立された。会員は現在22社。東京都市大学名誉教授で同協会会長の坊垣和明氏（写真）に、輻射冷暖房の特徴とされる快適性・省エネ効果などと、輻射冷暖房システムを導入する場合の留意点について話を伺った。



## 一般ユーザーに魅力を伝える

—— 輻射冷暖房普及促進協会\*1では主にどのような活動をしていますか。

当協会は輻射冷暖房システムを広く知っていただくことを目的に設立しました。セミナーを中心に展示会へのブース出展や雑誌への寄稿などを通じた啓蒙的な活動を行っています。

一般のユーザーはもちろん、設計・施工をされている方からも“輻射がよく分からない”という声が多いことから、できるだけ分かりやすく輻射冷暖房システムの仕組みやその快適性・省エネ性を紹介することを念頭に置いています。セミナーは、会員企業が実施するものを含めて年に10回程度開催しています。プロ向けであっても、一般ユーザーへの説明の際に活かしていただけのように、平易な内容にしています。

—— 輻射暖房は、例えば囲炉裏や暖炉のように昔から身近にあり、私たちの生活において親しまれてきたものです。しかし、その現代版ともいえる輻射冷暖房システムはあまり浸透していません。

まだまだ一般ユーザーに輻射の魅力が伝わっていないことが要因だと思います。日本の住宅では、気体（空気）を媒体として熱エネルギーを運搬する対流式冷暖房のエアコンが主流です。しかし、対流式は風が直接体に当たること、暖かい空気が上昇し、冷たい空気が下がることで、室内に温度むらができるなど、不快を感じる面があります。その点、輻射式は気体や固体の介在しない電磁波による熱移動ですから、気流や温度むらといった現象は起こりにくくなります。

ご承知のように、人は周囲の温度にかかわらず体温を37℃に保つ恒温動物です。摂取した食物を体内で熱に変えて体を温め、余った熱は体外に排出して体温を維持します。この排出される熱のおよそ半分が輻射によるものです。人体の熱生理からみれば、エアコンなどの対流式より、床・壁・天井などの“面”を加熱・冷却する輻射式の方が理にかなっていて、かつ効率もよいということになります（図1）。

また、輻射式は気流も温度むらもなく、直接の輻射熱の授受に加えて周囲の床・壁・天井が暖められることで、そこへの放熱が

\*1 現在では“輻射”より“放射”の方が一般的であるが、福島原発の事故以来、“放射”は“放射能”を連想させるという意見もあり、協会の名称には“輻射冷暖房”を使用した。本稿でも“輻射”用語として使用した

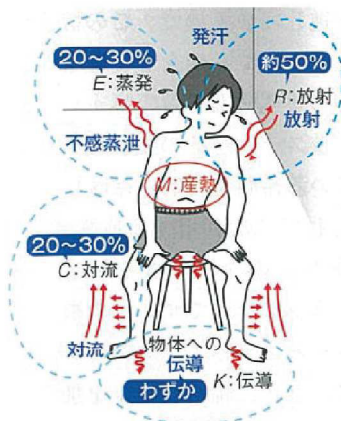
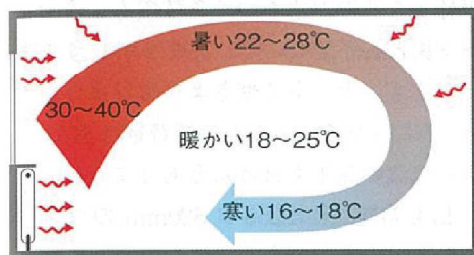


図1 人体の熱収支

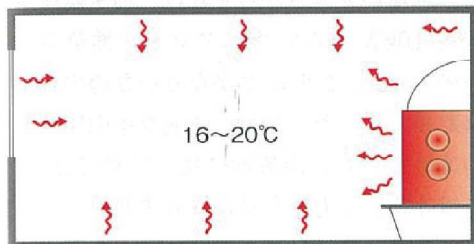
## 人体の熱収支

人体は、食物をエネルギー源として体内で熱に変換し（産熱）、臓器や体温を維持するとともに、余った熱は体外に放出（放熱）して一定の体温を維持している。産熱と放熱がバランスしているとき（暑くも寒くもない状態）、人体から放散される熱は「対流で20～30%」「呼吸や蒸泄（発汗）で20～30%」「放射で約50%」である。足裏などから伝導で流出入する熱はごくわずかであり、**およそ半分の熱が放射（放射）でやり取りされている。**

このことは、気温や湿度よりも放射環境が、人体の体温維持や快適性にとって重要であることを示している。人体の熱生理（熱収支）からみれば、冷暖房は空気を加熱・冷却する対流方式よりも、面的な加熱・冷却による放射方式のほうが理にかなっていて、効率的である。



対流暖房：ラジエーター、コンベクター、エアコンなど



輻射暖房：カッセルオーフェン（陶製暖炉）、壁暖房、床暖房、パネル暖房など

図2 対流式と輻射式の比較\*2

## 対流暖房と輻射暖房の特徴

輻射暖房と対流暖房はそれほど明確に分けることはできない。エアコンや温風暖房機はほぼ100%が対流成分であるが、ラジエーターやパネル式では放射成分と対流成分の割合は微妙である。図2の対流暖房の図は、ラジエーターなどの輻射暖房の割合が比較的多い（3割程度）対流式で表現されているが、エアコンなどの場合は、より大きな温度差がつく可能性がある。一方、輻射暖房の場合には、気流も温度むらもなく、比較的低温で均質（気流はなく温度むらも小さい）な暖房ができる。低温である分だけ相対湿度は高くなる。

両者の暖房方式を比較した場合、放射の方が優れているといえる。その理由として①**温度差（室内の垂直・水平分布）**は小さく、湿度が高いので、②**空気や建材の乾燥**を防ぎ、③**バクテリア、ウイルスの活性**を低下させ、④**静電気の発生**を抑制する。また、⑤**空気の対流、塵埃の発生・循環**もほとんどなく、⑥**騒音・振動**も抑えられる（①～⑥は暖房の影響として挙げられる項目\*2）。

\*2 参考文献＝ヴァンフリート・シュナイダー、アントン・シュナイダー著、日本語監修：三田村輝章、石川恒夫『通信教育講座 パウビオロジーBIJ 第8巻「暖房設備」』日本パウビオロジー研究会刊、2010年3月30日

抑制され、暖房の場合であれば、室温が低めでも暖かく過ごすことができます。気温が低ければ相対湿度が高くなって空気や建材の乾燥を防ぎ、静電気の発生も抑制しますし、バクテリアやウイルスの活性も抑えることができます。健康な暮らしへの貢献度も高いといえるでしょう（図2）。

—— 放射の効果を体感できる場所や機会がもっと増えれば、その特徴を知ってもらえることができますね。

学校などの教育機関や公共施設などで、輻射式の冷暖房に触れる機会があればと思います。ヨーロッパは暖房がメインなので今も放射式が主体ですが、日本は冷房用に

エアコンが普及し、それが暖房も担うようになって、対流式が主流になりました。輻射を体感し、理解する場所をもっとつくりたいと思い、当協会でも輻射式冷暖房システムが導入された体育館などでのデータ測定を行い、その効果についても紹介しています。

日本人の暮らし方や住まい方は、輻射を上手に活用して快適な環境をつくってきました。冬でも、焚き火に当たれば暖かく感じますし、日中の日だまりはほかほかとして心地よい場所です。こうした、やさしい暖かさをもっと知ってほしいと思います。

## 省エネ性と快適性を両立

——省エネ性についてはどのように説明していますか。

先ほどもご紹介したように、輻射式冷暖房システムは人体に効率的に作用しますから、暖房時の室内温度が低めでも快適に過ごせます。仮に室温を1℃下げることができれば、数%の省エネ効果があるといわれます。さらに、対流式のようにせっかく暖めた空気が上昇して利用されないままになるという無駄もありません。

また、当協会会員の8～9割が、エアコンを併用するハイブリッド型輻射式冷暖房

システムを推進しているのです、この機器の持つ省エネ性についても紹介しています。

## ——ハイブリッド型とは？

エアコンのシステムをそのまま使い、そこで循環している冷媒を輻射式冷暖房システムの冷媒として二次利用する直膨式で、エコファクトリーの「エコウィンハイブリッド」というシステムです。室内機と室外機で構成される従来のエアコンのシステムの室内機に、さらに輻射パネルを加えたような仕組みになっています(図3)。熱媒体となる冷温水をつくる装置も、また水熱交換器も不要なので、省エネ性にすぐれています。セットで使うエアコンは「弱運転」でよいのでエネルギー消費量は少なく、また気流の発生もほとんどありません。

私も自宅で、1,250 × 820mmのウォールタイプの輻射パネルを居間に設置しました。部屋の大きさからすれば、通常は冷房能力4.0kWくらいエアコンが推奨されるのですが、2.8kWとかなり小さめのものになりました。その結果、快適な室内環境をつくりながら、設置前に比べて夏で2割、冬は4割、電力消費量が減りました。

この結果には私自身驚きました。今、日本はエネルギー消費を減らすために省エネに関する法律などを見直しながら、断熱強

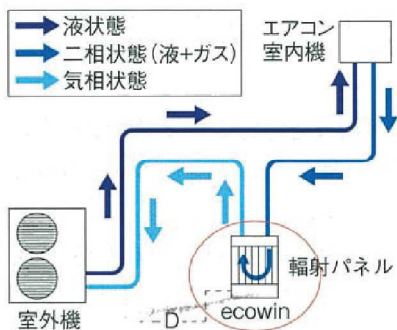


図3 ecowinHYBRID(エコウィンハイブリッド)の系統図(冷房時)。製品はp.9参照

省エネのポイント……従来のエアコンの室内機と室外機の冷媒配管途中に輻射式冷暖房パネルを挟み、エアコンの余った熱/冷熱でパネルを暖めたり冷やしたりする。エアコンの持っている能力が70%程度しか使われていなかったものを輻射パネルを使って100%使い切る仕組みと言える。図に示すように、冷房時は、室外機でつくられた低温の冷媒(液体)は室内機で熱交換されて冷風を送り出し、室外機に戻るときには気液混合状態(二相状態)にある。通常エアコンは、残った液体をガス化し、このガスを冷却・減圧して低温の液体に変え、再び室内機に送り込むというサイクルを取る。エコウィンハイブリッドでは、残った液体のガス化が輻射パネルで行われるので、そのためのエネルギーが不要になる。

化などの様々な対策を講じています。ところが、私の自宅の例ですが、直膨式のハイブリッド型の輻射冷暖房にするだけで冬の暖房エネルギーが4割も減らせたわけです。パネル自体は、高性能エアコン1台分くらいの価格です。安くはありませんが、エアコンを1台減らすことは難しくないと思います。住宅だとLDKに1台、そして個室に1台ずつ、合計4、5台設置するのが一般的ではないでしょうか。その内の1台を輻射パネルに変えれば、電気代は大幅に下がり、快適性は向上します。

——省エネ以外にエアコンと併用するメリットはありますか。

エアコンは弱風とはいえ室内の空気を攪拌するので、熱が伝わりやすくなり、室温の均一化に貢献してくれます。また、除湿に関して大きな効果があることが、当協会が測定したモデル住宅\*3でも明らかになりました。冷房時は輻射パネルが除湿しますが、除湿量は多くありません。しかし、エアコンを併用すれば、その大きな除湿能力により湿度環境を大幅に改善できることが分かりました。

## リフォームにも効果的

——輻射冷暖房システムの導入にあたって気をつけることは？

輻射熱は光と同じで、壁や扉があればその先には届きません。ただ、長時間運転すれば徐々に壁や天井が暖まり、その熱が広がるということがあります。基本的には開放的な空間で使うことがポイントです。また、個室の扉などをできるだけ開けてお

くといった住まい方の工夫も必要になるでしょう。

最近では全館空調システムが注目されていますが、住まい全体にダクトを回すのは施工も大変で、コスト面でも大きな負担になります。定期的なメンテナンスも発生します。しかし、住宅なら1階と2階の中心となる場所に1台ずつエアコンと輻射パネルを設置すれば、複雑な工事をしなくても夏は2階のエアコン、冬は1階のエアコンだけで全館冷暖房の環境ができます。

——リフォームにも活用できそうです。

リフォームで全館冷暖房や床暖房を採用しようとするれば、工事規模が大きくなり、費用もかかります。その点、輻射パネルの設置なら簡単ですし、既存のエアコンがそのまま利用できるケースもあります。

リフォームの場合、もともとの家の断熱性が低いことが多いので、快適性を高めるためには断熱性・気密性の向上が欠かせません。ただ、輻射式冷暖房は、空気を加熱・冷却する以上に直接人体に作用しますから、極端に言えば隙間のある家でも冷暖房の効果が生まれます。特に空間が広く、間仕切りの多くに襖や障子が使われているような民家では、それを断熱性の高い壁にするのは大変です。襖・障子自体の断熱性を高めるだけでも、そこに輻射パネルを持ち込めば快適性は格段に向上するのではないでしょう。

日本には現行の省エネ基準を満たさない断熱性の低い住宅が圧倒的に多い訳ですから、こうした住宅にこそ輻射パネルが大いに貢献できるのではないかと考えています。

\*3 山梨県甲府市善光寺に建設されたモデルハウスで、2階建、面積は各階約80㎡、容積は1階202㎡、2階166㎡。エコウィンハイブリッドの効果を検証することを目的に2019年8月と2020年1月に性能検証測定を行った。エアコンと輻射パネルは各階に1台設置。詳しくは、輻射冷暖房普及促進協会のサイトにある報告書を参照

世界で初めてエアコンと輻射式冷暖房装置 ecowinを融合したハイブリッドシステム。輻射式の健康・快適性と省エネ性、エアコンの操作性、爽快感、多機能性を両立させた。熱源を高性能エアコンとすることで立ち上がりが早く、微風運転で室温制御を行うのでドラフト(熱風や冷風)による不快感を改善、さらにハイブリッドシステムによる効率的な熱交換によりランニングコストを大幅に削減できる。WALL(壁掛けタイプ)とSCREEN(自立タイプ、写真)、LOWBOY(横長タイプ)を用意している。

