

## 対流式冷暖房と天井輻射冷暖房の比較

E. S. S. 櫻井 進一 2016年7月

日本において天井用輻射冷暖房パネルは比較的稀にしか使用されていないが、欧米において過去少なくとも20年間は順調に使用されてきました。日本で普及している対流式空調が「冷やしたり暖めたりした空気を室内に強制的に循環させて冷暖房する」のではなくて、天井に設置する輻射パネルに温冷水を循環させ、室内の温度を調整します。室内の空気質の確保と潜熱負荷(湿度)の除去を確実にを行うため、輻射冷暖房パネルは、小型の換気システムと合わせて使用します。しかし、冷暖房を促進する強制的な気流が不要なため、室内空間に均一な温度勾配が得られます。この気流の減少により天井輻射パネルは、輻射冷暖房空間内にいる居住者にとって快適な環境を提供します。

対流式冷暖房(従来方式)	天井用輻射冷暖房パネルを用いたシステム
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 熱媒体は空気、熱容量が小さい                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ <math>1.236\text{kJ}/\text{m}^3 \cdot \text{K}</math></li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 熱媒体は水で、熱容量が大きい                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ <math>4.186\text{MJ}/\text{m}^3 \cdot \text{K}</math>、空気の3386倍</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 大量の空気を循環させる必要                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 搬送エネルギーが増大する</li> <li>・ 大型の空調設備(AHUやチラー)が必要になる</li> <li>・ 搬送エネルギーは、空気温度を上昇させるので、冷房負荷のピークを増大させる</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 少量の水の循環で大量の熱輸送が可能                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 搬送エネルギーが少ない(対流式に比べ80%削減)</li> <li>・ 設備の設置スペースを大幅に削減</li> <li>・ VAVボックスあるいはファンコイルの省略は、エネルギーとメンテナンスコスト両方を削減</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 搬送経路(ダクト)に大口径が必要                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 大きな天井スペースが必要</li> <li>・ 設置工事、資材、工事コスト、納期が増大</li> <li>・ リニューアルには大規模工事と大きなコストが必要</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 小口径のパイプ配管(<math>\phi 10\sim 12</math>)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 少ない天井スペース(30cmの節約)</li> <li>・ 設置工事が容易、短納期、低い工事費</li> <li>・ 既存施設への導入が容易</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 搬送経路、フィルタやファンの定期的な点検・清掃が必要                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ メンテナンス費用がかかる</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 冷温水の配管や継手は、錆びや目詰まり、水漏れの心配がない                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ メンテナンスの手間とコストを大幅に削減</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 強制対流のため、送風音や気流が発生し、快適性/健康面に問題がある                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ チリやホコリが舞いやすく、空気の清浄性を維持する必要</li> <li>・ 熱風や冷風による不快感が発生し、暖房時は乾燥肌に、冷房時は冷房病になりやすくなる</li> <li>・ 送風音による不快感、作業性・創造性が低下</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 従来システム比べ、通風量が削減されるため、静かでまた殆ど気流がない                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ウイルスやホコリを巻き上げないので空気の汚れが少なく、アレルギーや空気感染を防ぐメリット</li> <li>・ 少ない気流で、穏やかに快適(顧客満足度のアップ)</li> <li>・ 換気には100%外気の使用が可能(より高い清浄度)</li> <li>・ 空調音がなく、集中力がアップする</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 送風による空気の対流によって熱を搬送するため、送風口からの距離や室内の高低で温度差が生じる。また、設定温度に対して周期的に温度が変動する                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 送風が直接当たる所だけが暖かい、あるいは寒いと感じる不快感が生じる</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 輻射天井パネルは、均一な表面温度に維持されており人体が受ける放射エネルギーは部屋の場所によらず均一に感じる                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 快適で自然な環境(冬の陽だまり、夏のトンネル内)</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● コイルに内部結露が起きやすい                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ カビや細菌の温床となり、衛生面での危惧</li> <li>・ クリーニングや消毒が煩瑣</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 輻射冷暖房パネルはコイルを使用しない                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 露点温度制御と除湿による結露防止</li> <li>・ パネルのクリーニング及び消毒が容易</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 耐用年数は一般的に20年</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 冷温水の熱源等は対流式と同程度であるが、輻射天井パネルは長寿命で、LCCを低減</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 広く普及しており、機種の実績が多く、性能・コスト両面で成熟したシステム</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 室内の人と輻射パネルの温度差により輻射によって熱交換するため、室温を冷房では高目に、暖房では低目に設定しても快適                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 設定温度は対流式に比べ冬は低く(30℃)、夏は高く(16℃)でも快適で、エネルギーを30%削減可能</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 運転開始後すぐに冷暖房の効果が表れる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 冷暖房の能力には限界がある                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 設置面積や結露防止の制約</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● HVACシステムに規制されている特定あるいは代替フロンが使用されている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 輻射パネルは冷媒を使用せず、熱媒体は水</li> </ul>