

スマートウェルネスの最新動向
健康増進・快適性、知的
生産性の向上に向けて
(第117回ゼミナール)

知的環境をつくる
放射整流空調

齊藤 一成

木村工機(株)

営業推進本部 営業推進部長

1. はじめに

今後、本格的な高齢化社会を迎える我が国において、健康寿命を伸ばすことは社会全体の活力を維持するために重要な要素といえる。さらに、少子化が進み人口が減少する中でも経済規模を維持、拡大させるためには、労働生産性の向上に加えて、知的生産性の向上が極めて重要な要素となる。このように社会環境が大きく変化している現在、オフィスや学校、病院といったビル空調分野においても同様に変革の時期を迎えている。

従来は空調機より冷温風を直接吹き出す対流空調が主流であったが、「気流が直接からだに当たる」「温度ムラがある」「足元が寒い」「乾燥する」「埃が舞う」といった声が、特に高齢者や女性から多く寄せられていた。

近年、これらを解決する空調方式として「放射空調」が注目されており、さまざまな方式が実用化されているが、その多くは天井に敷設する水配管や専用の除湿機が必要となり、導入コストや設備管理の煩雑さから汎用性は低いといえる。

そこで、本稿では各種汎用空調機とフレキダクトで接続することで放射と対流を組み合わせた“放射整流空調”を実現する吹き出しユニット「環境エアビーム」の概要と、その導入事例を紹介する。

2. 全空気式放射整流ユニット「環境エアビーム」の概要

2-1 「環境エアビーム」とは

「環境エアビーム」(以下、「エアビーム」)とは、空調機や外調機など広く普及している対流空調システムの吹き出し口として接続することで、不快な気流や温度ムラの少ない放射整流空調を実現する放射式の吹き出しユニットである。

水配管を必要としないこの方式は水漏れの心配がなく、室内空気をユニット内に引き込む独自の誘引構造によりパネル表面の結露を防ぐため、温暖湿潤な我が国の気候に適しているといえる。さらに、空調設備は天埋PACやFCU、AHUといった既存のシステムを使用するため、建築物の規模や

新築、改築によらず導入が可能であり、他の放射空調と比べると汎用性が高いシステムといえる。

2-2 「エアビーム」の構成(図-1)

次に機器の構成を紹介する。「エアビーム」はフレキダクトと接続する「給気口」、室内空気を自然誘引する「誘引スリット」、アルミ製蓄熱放射フィンを内蔵し蓄熱・放射と整流吹き出しを行う「放射整流パネル」からなる。また、調光機能付きLED照明や音響スピーカー、イオン&オゾン発生器を内包する高付加価値モデルは、快適な空調に加えて、色温度の選択やシーンに合わせた音楽、空気清浄や保湿、除菌、消臭といった快適要素を融合する。空調、照明、音響、空気清浄機能を一体化することで天井デザインをシンプルにまとめながら高い快適性を実現する。

2-3 「エアビーム」快適の仕組み(図-2)

「エアビーム」は同一ユニット内で放射と対流という異なる要素を活用し、温度・湿度・気流・清浄度といった空気要素を調和することで季節や負荷に応じてストレスのない優しい空調を実現する。気流を感じず、温度差によるドラフトも少ない静かな空調を実現する本ユニットの快適の仕組みについて紹介する。

1) 誘引

最も大きな特長は「誘引」である。空調機からの給気圧力を利用し室内空気を誘引することで、冷却時は再熱、暖房時は混合し、からだの表面温度に近づけることでドラフト感の少ない温度に整えている。冷却時の誘引再熱は結露を防ぐ効果があるため、大温度差による低温送風設計とも相性

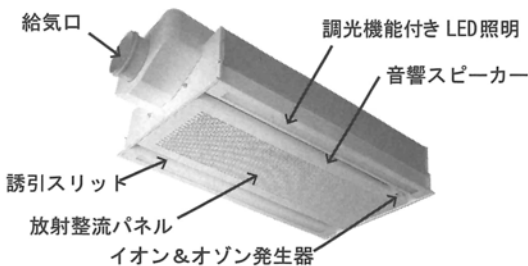


図-1 全空気式放射整流ユニット「環境エアビーム」の構成

が良くシステム全体の省エネ化に寄与できる。

2) 放射

次に、快適空調の要ともいえる「放射」である。誘引によりドラフト感の少ない温度へ整えた冷温風を放射整流パネル(以下、パネル)に内蔵するアルミ製蓄熱放射フィン(以下、蓄熱放射フィン)に吹きかけることにより、放射熱を発生させる。パネルに内蔵する蓄熱放射フィンは「エアビーム」1台当たりの放射面積に匹敵する面積を有し、空調機から冷温風として運ばれた熱を素早く蓄熱、放射するため、立ち上がり時間の短縮など即効性を高める効果が見込める。また、パネル表面の他、開孔部から目視できる蓄熱放射フィンからの熱放射も加わり効率を高めている。

3) 整流

最後に「整流」による効果である。「エアビーム」は蓄熱放射フィンから熱放射をしながら、同時にパネル開孔部から緩やかに微小気流(0.2~0.8m/s)を吹き出している。この微小気流を「整流」と呼んでいる。風速を抑えたこの気流により風切音

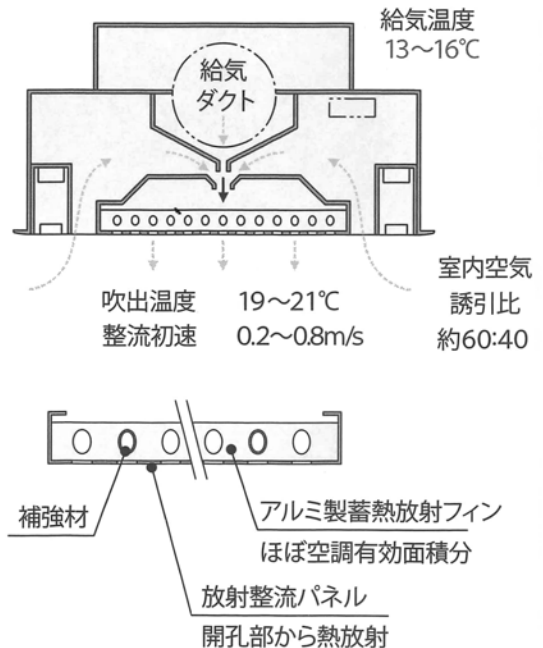


図-2 「エアビーム」快適の仕組み

がなく室内の静寂性は保たれる。また、気流による埃の巻き上げもないため空気中に浮遊する塵埃量も少なく、居住域の清浄度は保たれる。加えて新鮮空気の導入や居住空間への拡散など換気促進の効果が期待できる点も、完全無風の放射冷暖房とは異なる特長といえる。

3. 湿度管理が住環境に果たす役割

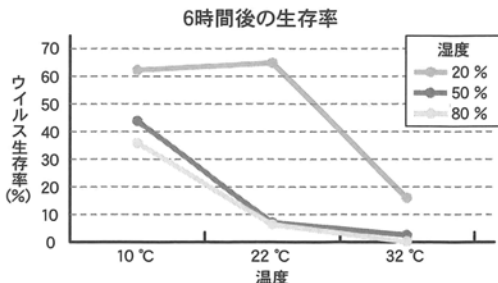
3-1 人間にとっての最適湿度

健康的な温熱環境を形成するためには、不快な気流の抑制とともに温湿度の管理を行うことが重要である。特に湿度は人体の発汗に作用する他、ウイルスやカビの発生にも影響するので季節に合わせた管理が求められる。

人間にとって有害な微生物を発生、増大させない最適な湿度範囲は狭く、相対湿度40~60%といわれている。また、湿度が低いとインフルエンザウイルスの生存率を高め、人の気道粘膜の防除機能が弱まり、感染率が高くなるとされている(図-3)。

室内有害物質	相対湿度 % RH		最適湿度	
	増加	減少	減少	増加
細菌	10	20	30	40
ウイルス	10	20	30	40
菌類	10	20	30	40
ダニ	10	20	30	40
呼吸器感染症	10	20	30	40
アレルギー(鼻炎・喘息)	10	20	30	40
化学作用(サビ等)	10	20	30	40
オゾン生成	10	20	30	40

相対湿度と微生物の相関
(ASHRAE TRANSACTIONS 1985年)



インフルエンザウイルスの生存率と温湿度の関係
(G.J.Harper 1961年)

図-3 人間にとっての最適湿度

これら衛生的湿度環境やインフルエンザウイルスの生存率を調査した研究報告や独自に実施した快適性調査に基づき、当社は相対湿度50% (夏期室温26°C/冬期室温22°C) が人間にとっての最適湿度であると考えている。

3-2 湿度コントロールによる結露の問題

相対湿度50%を保つためには、除湿や加湿によって室内湿度を調整する必要がある。一方で湿度調整を優先すると、夏期は過冷却除湿による吹き出し口の結露、冬期は加湿による窓ガラスの表面結露といった問題が起こり得る。発生した結露はカビやダニを増殖させ、臭気やアレルギー疾患の原因ともなるため、室内湿度が50%を満足していても健康的な居住空間とはいえない。

以上より、人間にとって快適で健康的な湿度環境を実現するためには「相対湿度50%の確保と結露防止の両立」が必要だといえる。

3-3 「エアビーム」による結露防止

「エアビーム」は誘引再熱と、温度差のある方へ熱移動する放射(電磁波)を用いることで結露の発生を抑制している。ここでは、その仕組みについて概要を紹介する。

夏期に空調機で除湿し「エアビーム」へ供給された13°C低温空気は、その給気圧により約27°Cの室内空気をユニット内部へ引き込んで混合し、19°Cに再熱される。この誘引再熱によりパネル表面の結露を防いでいる。

冬期は加熱されたパネルからの熱放射や床・壁面からの再放射が温度差のある(温度の低い)窓際に作用して「緩衝エリア」を形成する。この緩衝エリアがガラス表面に発生する結露の抑制に有効性を発揮する。なお、蒸気加湿を用いて相対湿度45~50%で運用する複数現場に対して行った結露の有無を問う調査では、一部条件(シングル8mmガラス低温時)を除き窓ガラス表面に結露は認められなかった(図-4)。

以上から「エアビーム」による放射整流空調は、夏期、冬期とも「相対湿度50%の確保と結露防止の両立」に有効な空調方式であると考えている。

**「環境エアビーム」の冬期窓側結露ヒアリング調査
(蒸気加湿器使用のとき)**

現場名	設定温湿度	結露	ガラス仕様
某大学 大教室	22℃, 45%	なし	シングル 12mm
" 図書館	"	"	Low-E ペア
" 事務室	23℃, 50%	"	シングル 12mm
木村工機㈱ 東京ショールーム	22℃, 50%	低温時曇りあり	シングル 8mm
" 名古屋ショールーム	"	なし	Low-E ペア エアロウインドウ

※ヒアリング調査の結果、RH40～50%ではペアガラス使用を推奨します。

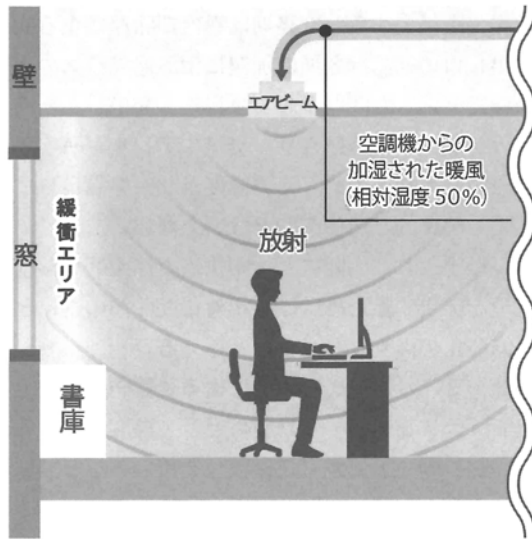


図-4 「エアビーム」による結露防止

4. 「環境エアビーム」の納入事例¹⁾

誘引・放射・整流の相乗効果により快適性を確保し、結露防止にも効果がある「エアビーム」の代表的な納入事例を課題別に紹介する。

4-1 高齢化社会への対応

高齢化社会の到来とともに、医療・福祉施設では患者のからだへの負担軽減と精神的ストレスの緩和が重要になる。特に透析など血液浄化療法は長時間ベッド上で治療を受ける必要があり、室内環境は治療効果に影響を与えるとされる。

■医療法人生寿会ごきそ腎クリニック（愛知県名古屋市）の宮崎院長は、「調湿機能を併せ持った放射整流空調は、環境要因によるストレスを軽減できるものである」と評価する。

■小豆島中央病院（香川県小豆郡）の佐伯主任技師は、「以前は冷房時に風が当たって辛いとの苦情

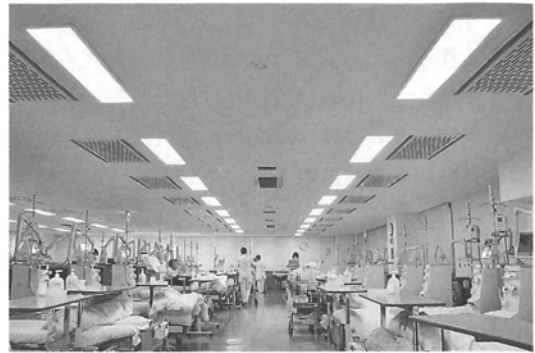


写真-1 病院採用例
(上：ごきそ腎クリニック，下：小豆島中央病院)

が多く、布を張るなど配慮をしていたが、導入後は苦情がなくなった「温度ムラが少ないためか、動いているスタッフの感覚で温度設定をしても暑い寒いという苦情がない」と評価した(写真-1)。

4-2 少子化社会への対応

■南部町立すみれこども園（鳥取県西伯郡南部町）にも「エアビーム」が採用されている。この施設は子育てサポートプロジェクトを推進する同町における子育て支援の拠点として建設が進められたものである。

同園職員によると、「子ども達は汗かきで薄着」「熱中症対策で冷房は欠かせないが、冷風には気を遣う」「エアコンの風が直接当たり続けることによる疲労感や冷え過ぎによる夏風邪など、健康管理上の問題を回避する適切な管理が必要」「保育園等の施設では屋外への出入りも多く、教室は開放状態になりがち。冷房時に結露しにくいことが大切」と空調への要望はさまざまである。導入した



写真-2 こども園採用例
(南部町立すみれこども園)

「エアビーム」による放射整流空調については、「風が直接当たらないのは非常に良い」「夏期に結露もなく十分な涼感を得られている」との評価を得ている(写真-2)。

4-3 知的生産性の向上

オフィスや学校、図書館といった施設へも導入が広がっている。いずれも気流の抑制、調湿、静寂性の確保というコンセプトが共通している。不快要素を取り除いた快適な空調は、長時間にわたって高い集中力が必要となる研究や学習、オフィスワークに適した空調だといえる。快適な環境は社員のモチベーションを高めるとともに、積極的な環境整備への取り組みが企業価値を高め、人材の確保に向けた波及効果も期待できる。

■ワコール新京都ビル(京都府京都市)

女性社員の割合が7割を占める同ビルでは、女性社員が働きやすい環境づくりと省電力の推進を

目指し、気化式加湿器を付属した空冷直膨式AHUと「エアビーム」を軸とした空調システムが導入されている。夏期ヒアリング調査時、女性社員から「足元の冷えがなくなった」との評価を得た。また、後日「冬期も快適である」との評価を得ている(写真-3)。

■北海道大学附属図書館北図書館西棟(北海道札幌市)

同現場では、電極式蒸気加湿器を付属した空冷直膨式AHUと「エアビーム」を接続した空調システム「空冷エクセル」が採用されている。冬期の室温は22℃、相対湿度は40%に設定されており、開館1時間前から運転するようにスケジュールされていた。ヒアリング調査によると「暑くも寒くもない、音も風も感じない不思議な空調」「窓辺の席でもひざ掛けを使用しない利用者が多い」との評価を得た(写真-4)。

■愛知学院大学名城公園キャンパス(愛知県名古屋)

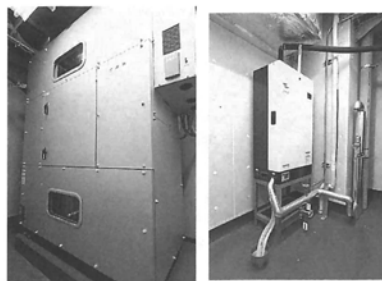
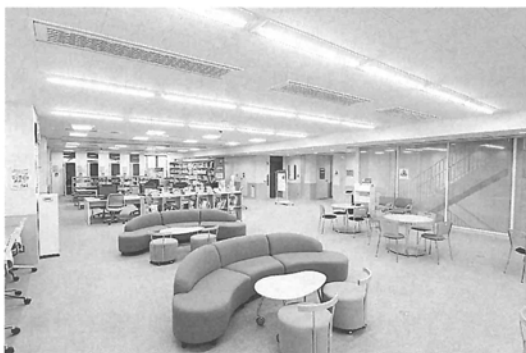
同キャンパスでは、「良質な学修環境の確保と省CO₂の両立」を実現する手法として省エネ大賞受賞の空調システム「みずエクセル」が採用されている。これは中温熱媒(10℃送水)、大温度差($\Delta t=10K$)、低温送風(13℃送風)により空調の省エネ化を図り、「エアビーム」で結露防止と快適性の向上を実現したものである。なお、加湿には電極式蒸気加湿器を採用しており、春や秋といった中間期には加湿暖房(送風加湿運転)を行って快適性を高めている(写真-5)。



写真-3 オフィスビル採用例(ワコール新京都ビル)



外調機：空冷直膨式AHU
加湿器：気化式加湿器
吹き出し口：環境エアビーム
施主：㈱ワコールホールディングス
総合管理：㈱ユウ・コーポレーション
設計施工：飛鳥建設㈱
空調工事：東洋熱工業㈱



導入システム：空冷エクセル
 空調機：空冷直膨式高性能AHU
 加湿器：電極式加湿器
 吹き出し口：環境エアビーム
 設計：樹創建社

写真-4 図書館採用例(北海道大学附属図書館北図書館西棟)



写真-6 ホテル採用例(金沢彩の庭ホテル)

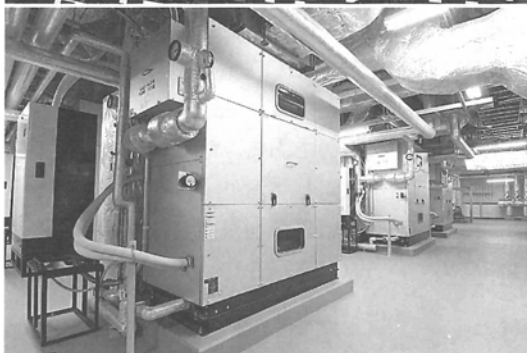


写真-5 大学教室採用例
 (愛知学院大学名城公園キャンパス)

導入システム：みずエクセル
 外調機：冷温水式高性能AHU
 空調機：冷温水式高性能FCU
 加湿器：電極式加湿器
 吹き出し口：環境エアビーム
 設計：樹大建設
 施工：樹熊谷組
 空調工事：北嶋工業(株)

本現場では大学教室という負荷変動の激しい用途において、多くの温熱環境評価実験を実施した。検証結果については、(公社)空気調和・衛生工学会等で発表された論文を参照願いたい。

4-4 癒し・くつろぎの空間づくり

インバウンド需要等、日本経済の柱として注目されている観光産業において、快適に過ごすことができる宿泊施設の存在は重要である。しかし、ホテル客室は対流空調が多く、気流を感じる、乾燥する、運転音が気になる等の苦情が多いという。

■金沢彩の庭ホテル(石川県金沢市)

より上質な空間の提供を目指して全ての客室に「エアビーム」を導入した同ホテルでは、空調に関する上記のような苦情はなく、本郷支配人より「ホテル客室に適した空調方式だ」との評価を得た(写真-6)。

また、「エアビーム」は、戸建住宅への採用も広がっており、癒し・くつろぎの空間づくりの新しい手法として広がりを見せている。

5. おわりに

少子高齢化や労働人口減少といった諸問題を抱える近未来の我が国において、女性や高齢者にとって働きやすい環境、健康でいられる環境の整備は政府が主導する「働き方改革」を推進する上でも極めて重要である。

本稿で紹介した事例は施設の規模や用途、空調方式は異なるものの、いずれも不快な気流を抑

え、適切な湿度を保つことで心身ともに健康で快適な居住空間の整備に力を入れた先進的な事例である。

「エアビーム」は我が国の気候や市場に適した波及性の高い放射式吹き出しユニットとして開発された。放射と対流の優れた点を融合した本ユニットが広く普及することで、健康で活力ある環境づくりに役立てば幸甚である。

[参考文献]

- 1) 木村工機(株) 導入事例集Vol.1