

## 空調システムの変遷と最新の取り組み



企業レポート

大友 哲明<sup>\*</sup>, 小宮山 研二<sup>\*\*</sup>

The change of air-conditioning system and the latest approach

Key Words : Air-conditioning, Heat source, Radiation air-conditioning,  
Environmental consideration

はじめに

政府は、すべての主要国による一定条件の合意を前提に、温室効果ガスの排出量を1990年比で2020年までに25%削減する目標を表明している。我が国の最終エネルギー消費の3割以上は民生部門が占め、とりわけその過半を占める業務部門(オフィスビル、店舗等)は家庭部門より増加が著しく、省エネ対策の強化が求められている。このようななか業務用建物のエネルギー消費に大きく関わる建築設備、その主たる要因である空調設備に課された課題は極めて大きい。ここでは、最近約30年の空調設備技術の変遷と社会の動向を俯瞰した上で、当社の取り組む空調システムについて述べる。

セントラル熱源から個別分散空調へ

1973年と1979年のオイルショックを契機にエネルギー使用の合理化に関する法律(省エネ法)が

1979年に公布され、官民あけて省エネに取り組むようになった。当時の空調熱源の主流は、吸収式冷凍機、電動式冷凍機(チリングユニット、ターボ冷凍機等)に代表される大型熱源機であった。1984年に米国でインテリジェントビルが登場すると、情報機器の増加により電源容量が増大し、オフィス業務形態の多様化により、個別の空調対応が求められるようになる。1980年代に業務用ヒートポンプパッケージが登場すると、個別空調に因應する技術として中小規模の建物に広く普及し、今日においても同規模ビルにおける主役の座を保っている。当社では、梅田センタービル(写真-1)(1987年竣工、32階、延床面積80,000m<sup>2</sup>)において、超高層大型ビルでは日本で初めて本方式をベースにした個別分散空調方式を全館に採用した。この直接膨張式ヒートポン



\* Tetsuaki OHTOMO

1955年12月生  
早稲田大学理工学研究科建設工学科卒業  
(1980年)  
現在、(株)竹中工務店 本社(東京)エンジニアリング本部 本部長 建築設備設計  
TEL : 03-6810-5000  
FAX : 03-6660-6168  
E-mail : ohtomo.tetsuaki@takenaka.co.jp



\*\* Kenji KOMIYAMA

1959年1月生  
大阪大学工学研究科環境工学専攻卒業  
(1984年)  
現在、(株)竹中工務店 大阪本店設計部 設備エンジニアリンググループ グループリーダー 建築設備設計  
TEL : 06-6252-1201  
FAX : 06-6263-9741  
E-mail : komiyama.kenji@takenaka.co.jp



写真 - 1 梅田センタービル

パッケージ方式は、必要な時に必要な場所の空調が可能で、監視制御が容易であるため、24時間オフィスを標榜に掲げるインテリジェントオフィスのニーズに合致するものであった。しかしこの業務用ヒートポンプパッケージや家庭用エアコンの普及により、夏の昼間における電力ピークが先鋭化し、電力会社の負荷率の低下を引き起こすようになった。

#### 蓄熱空調の普及

電力会社の発電設備の効率化を促進するため電力負荷の平準化が叫ばれ、電力会社による蓄熱空調へのインセンティブ強化がなされた。これらを解決する方式として蓄熱空調方式、特に蓄熱槽をコンパクトにできる氷蓄熱空調が積極的に採用されるようになる。当社ではクリスタルタワー（写真 - 2）（1990年竣工、37階、延床面積86,000m<sup>2</sup>）の熱源として氷蓄熱システムを、2次側の空調方式として氷の低温性を利用した冷媒自然循環システムを導入し、梅田DTタワー（写真 - 3）（2003年竣工、27階、延床面積48,000m<sup>2</sup>）では、更に躯体蓄熱を組み合わせたシステムを導入している。電力消費を夜間にシフトすることにより、夏のピーク時の電力デマンドを低減させ、電力の負荷率の向上を図った。



写真 - 2 クリスタルタワー



写真 - 3 梅田DTタワー

その後の西梅田地区における当社の設計物件には、氷蓄熱システムと冷媒自然循環システムが広く採用されるに至った。

#### 熱源機器性能の向上

冷凍機の性能は、1990年以降飛躍的な進化を遂げている。環境に対する配慮より使用冷媒は、オゾンの破壊係数（ODP）の大きいCFC冷媒（R12）等の指定フロンの使用が禁止され、ODPの小さいHCFC（R22）等の指定フロンの使用が禁止され、ODPの小さいR134a等の新冷媒が主流となった。当社においても冷媒自然循環空調システムの冷媒を新冷媒に切り換えた。地球温暖化防止の視点で見ると新冷媒は地球温暖化係数（GWP）が大きいので、現在ではGWPの小さい自然冷媒の採用が模索されている。また冷凍機の性能（成績係数）はインバータ等の冷凍機の要素技術が改良され、定格時だけでなく部分負荷時の性能が格段に向上した。近年では搬出入や増設を容易とするモジュール型冷凍機が各メーカーより次々に開発され、性能、施工性も大幅に向上している。ターボ冷凍機や吸収式冷凍機の性能が、30年前に比べそれぞれ約1.5倍と約1.35倍程度に向上している。一方業務用ヒートポン

パッケージにおいても、新冷媒の採用、成績係数の向上、室内機・室外機の多品種化、高揚程化が図られ、性能面、施工面で大きく改良された。熱源が年間を通じて殆どが部分負荷運転となるため、実態の運転に考慮しパッケージエアコンではAPFを冷凍機ではIPLVの指標が使われるようになった。当社においても、これらの高性能機器を積極的に採用するようになる。

### 中温エコ空調

従来の空調システムでは、冷房時に1台の冷却コイルで、温度（顕熱）と湿度（潜熱）の双方を同時に処理してきた。この冷却コイルは、空調機の場合は冷水にて、ヒートポンプパッケージの場合は冷媒にて冷却を行っているが、この冷水温度や冷媒の蒸発温度を上げると熱源の効率が上がり省エネになるが、除湿の能力の低下により湿度が上昇し室内環境が悪化する。そのため温度（顕熱）と湿度（潜熱）を同時に処理し快適性を維持するには、冷水温度や冷媒蒸発温度をある程度低くする必要があり、省エネルギーと快適性を両立することは困難であった。この課題を解決するために顕熱と潜熱の処理を分割し、システム全体の高効率化を図るシステムが潜熱顕熱分離空調である。従来空調に用いる7℃以下の冷水や45℃以上の温水と異なり、環境温度（空調室温）に近い冷水（13～20℃程度）や温水（30～35℃程度）を用いる空調方式を、当社では「中温エコ空調」と称している。中温エコ空調のシステム図を図-1に示す。中温域の冷水を供給することにより熱源効率を向上させる一方で、空気中の水分を吸着・脱着できる高機能材料を用いた調湿外調機による湿度制御を行ない、温度制御は顕熱処理空調機等で行うシステムである。室内側の空調においては、中温域の冷温水に適する放射冷暖房システムの併用やパーソナル空調による空調域の最小化により、省エネルギー効果及び室内温熱環境の質の向上に貢献できる。また中温域で相変化を伴う潜熱蓄熱材を用いた蓄熱システムを取り入れることで、コンパクトな蓄熱が実現でき、夜間電力移行による電力負荷平準化に貢献できるシステムと言える。

### 放射空調システム

中温エコ空調の中核を担うシステムが放射空調で

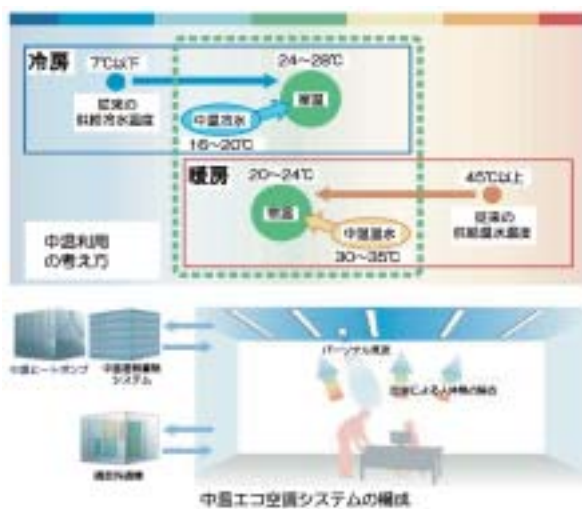


図 - 1 中温エコ空調システム

ある。人からの熱は、周囲の天井や壁への放射、周囲の空気への対流、汗等による蒸発、床等の接触による伝熱により放熱され、一般的に放射により6割、対流により2割が放熱されている。従来の一般的な空調方式では、空気を強制的に循環させ制御しているが、空気の流れによる気流感や不均一な気流分布また送風部における騒音による不快感が発生する場合がある。放射空調方式は人の最大の放熱成分である放射熱を放射パネル等から直接吸収し制御する方式である。気流による不快感や騒音がなく快適な空調と言える。放射空調の採用事例を図-2に示す。

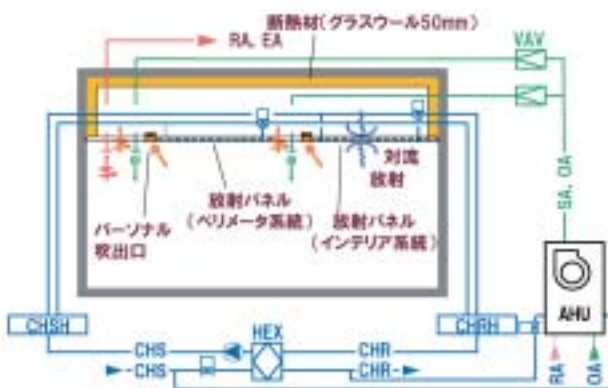


図 - 2 放射空調の採用事例

パーソナル空調システム

近年オフィスの生産性が注目され、温熱環境と生産性の関係が明らかにされるようになった。省エネのため単に室内設定温度を上げるだけでは、オフィスの生産性が低下するため、生産性の向上と省エネルギーを両立させる空調システムが求められている。タスクアンドアンビエント空調やパーソナル空調はこれらの要請に応える一システムとして考えられ、当社では放射併用型パーソナル空調システムを開発し、京都幸ビル（写真 - 4）（2009年改修、8階、延床面積8,200m<sup>2</sup>）の空調改修工事に採用した。放射面となる天井の表面温度を20～23℃として、体表面との差による放射で人体熱を取り除き、年間を通じて快適な空調を行い、天井に設置したパーソナル気流ユニットにより、個々のワーカーに対してピンスポットの風向と風量を調整して、個人の好みに応じた空調環境を提供できるようにしている。放射併用型パーソナル空調システム図とパーソナル吹出口と気流の流れを図 - 3と図 - 4に示す。放射併用パーソナル空調は、室内温度を高めにも快適性を損なわず、個人の要求環境性能を満足させつつ、エネルギー効率の向上を図ることができる。

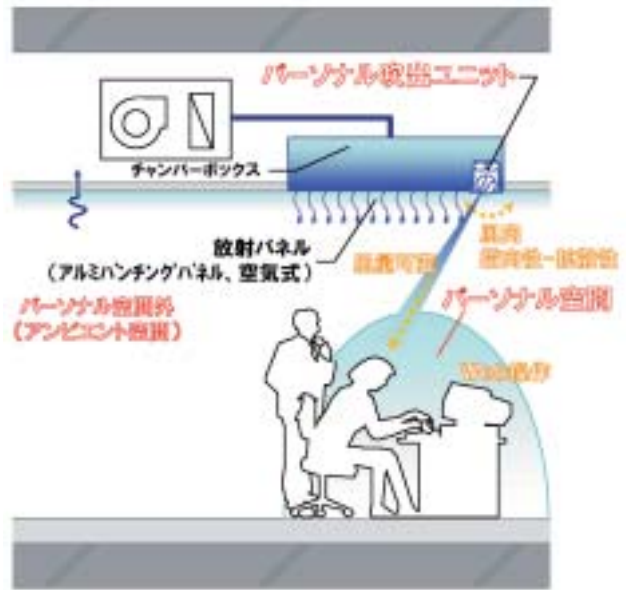


図 - 3 放射併用型パーソナル空調のシステム図

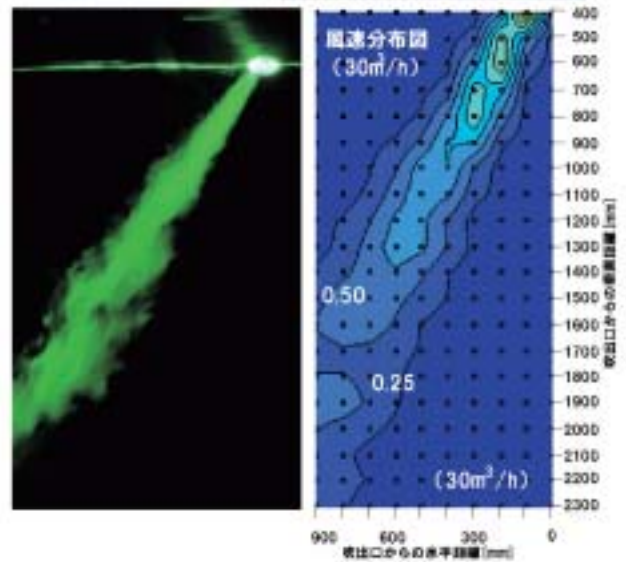


図 - 4 パーソナル吹出口



写真 - 4 京都幸ビル

環境配慮への取り組み

建物のライフサイクルの視点より環境負荷の低減を考えると、建築設備を中心とした技術だけでなく、建築計画と一体となった環境配慮が必要である。自

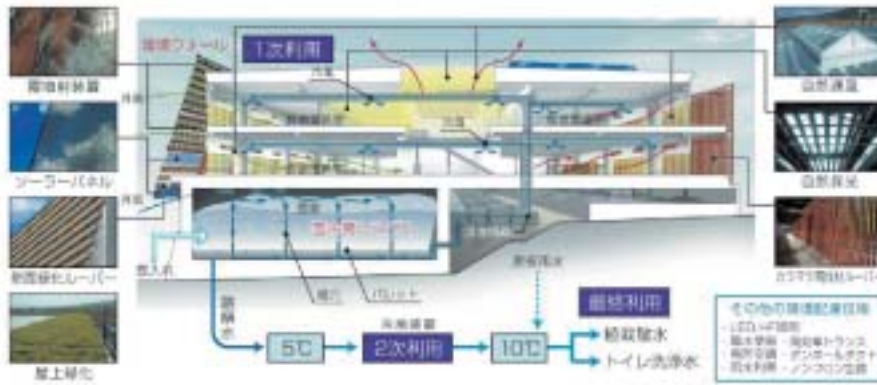


図 - 5 国際メディアセンターの環境負荷低減技術

然光、自然換気等を上手く取り入れた建築計画、太陽光発電、地中熱、風力等の未利用エネルギーの有効活用は勿論のこと、建築資材の再利用化、再資源化への取り組みも重要である。図 - 5は洞爺湖サミット時の国際メディアセンターでの環境負荷低減技術で、ここで使用された建築資材の99%を再利用、再資源化を図り、環境負荷の低減を図っている。

おわりに

以上、空調システムを中心に当社の取り組みを述べたが、温室効果ガスの排出量を低減するためには、新築ビルの省エネ性能の向上とともに、既築ビルの省エネ技術の導入、更に建物使用者の積極的な取り組みが不可欠で、我々建築設備技術者の果たす役割、責務は大きいと言える。

