

特集 「技術研究所再整備」

技術研究所新本館の省CO₂手法

伊藤 剛 和田 克明
(本社設計本部) (本社設計本部)

Countermeasures for Reducing CO₂ Emissions in New Main Building of TRI

Tsuyoshi Ito Katsuaki Wada

Abstract

Reducing CO₂ emissions from buildings is an important social concern. Nonetheless, since 1990, there has actually been a 40% increase in CO₂ emissions. The new main building of the Technical Research Institute (TRI) has been designed with the objective of reducing the CO₂ emission per square meter of the gross floor area by 55% relative to the average emission in existing general office buildings. This projected emission reduction will be the highest among all office buildings in Japan. We have realized this target by designing and combining three methods: passive natural energy use, a next generation active mechanical/electrical system, and a new management system for operation both in soft and hard aspects.

概要

CO₂削減は社会要請として喫緊の課題であるにもかかわらず、建物の運用に伴うCO₂排出量は90年比で40%も増大しているのが実状である。技研新本館では時代に応えるべく、自然エネルギーを活用するパッシブ手法、高い効果を発揮する次世代型アクティブ手法、効率的な運用管理を行うマネジメント手法の3つ手法を統合的に用いて設計を行い、国内最高水準となる運用時のCO₂削減率55%を達成した。

1. はじめに

地球温暖化防止活動の社会的な広まりに合わせ、建物における運用時のCO₂の削減への取り組みも広がりを見せている。国の補助金制度整備や条例整備も後押しをし、太陽光発電パネルの設置や屋上緑化などの建築での取り組み、高効率機器の設置など設備での取り組み、クールビズや消灯など利用者の取り組み、とそのため手法は実に様々である。しかしながらこういった取り組みも実質的なCO₂削減に結びついていないことがしばしば見受

けられる。新本館では、CO₂排出量の削減に照準を絞り、削減フローとそれぞれにおける手法を整理し統合的に組み合わせ、これを積み重ねることで大幅な削減を図るよう設計を進めた。

2. 削減フローについて

削減フローは大別して、パッシブシステム・アクティブシステム・マネジメントシステムの整備により、建物運用時のCO₂削減を図ることとしている。(Fig. 1)

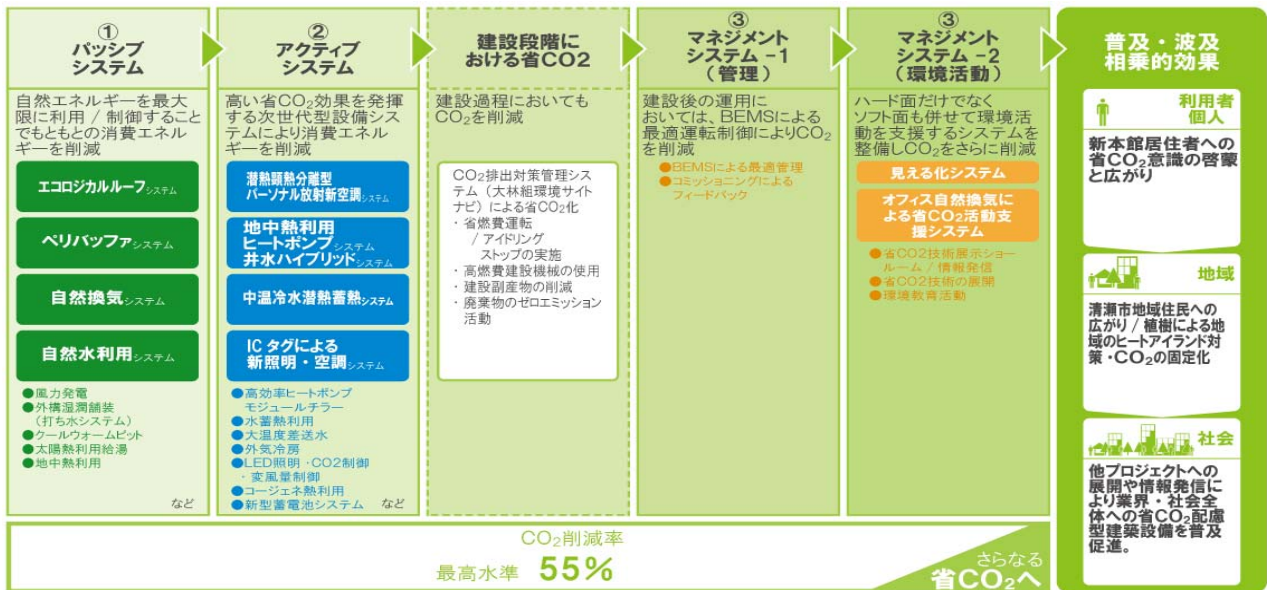


Fig. 1 CO₂削減フロー Reduction Flow of CO₂

(1) パッシブシステム まず建物外部から受ける負荷を最大限に抑制する。または外界の自然エネルギーを最大限に利用する。

(2) アクティブシステム 建物内部では高い省CO2効果を発揮する設備システムにより、消費エネルギーを最大限に抑制する。

(3) マネジメントシステム 運用時においては最適運転制御による管理システムにより、運用エネルギーを最大限に抑制する。
またハード面だけでなく、利用者の省エネ活動を支援するソフト面での仕組みを整備し、さらなるCO2削減効果を狙う。

3. 適用手法・技術について

Fig. 2の手法マップの中からパッシブ、アクティブ、マネジメントの各面における代表的な手法について紹介する。

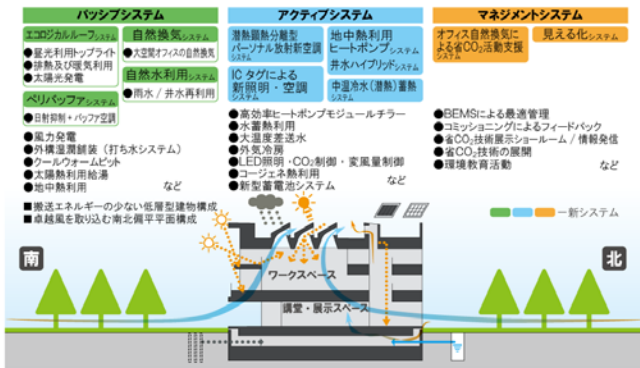


Fig. 2 CO2削減マップ
Methods of Reducing CO2 Map

3.1 パッシブシステム

パッシブシステムの計画においては立地環境・建築・設備が融合した効果的な組み合わせに配慮した。

3.1.1 エコロジカルーフシステム 太陽光を最大限に利用するために、郊外立地のゆとりを活かして建物を低層としたうえで、オフィス上部に傾斜屋根とハイサイドライトを全面的に設置して自然光を導入することで、昼間の照明の無点灯化を図るシステムを計画した。傾斜屋根面には太陽光発電パネルを最適な角度で全面的に設置、高効率に発電し、オフィス内の夜間照明エネルギー分を賄う予定である。これにより通常オフィス内で消費されるエネルギーの約3割を占める照明とそのため空調エネルギーを、一般ビルに比べて約5割程度低減することが可能となる見込みである。あわせて傾斜屋根を設けたことによりできる折上げ空間は高天井空間の熱だまりとして、夏期はスリットを通じて排熱、冬期は1階ホワイエの床より給気するといった工夫もおこなっている。夜間また昼間雨天時など明るさが確保されない時には照明が自動点灯し、アンビエントとしての必要照度を確保する計画としている。

このシステムによるCO2削減効果は年間約34tを見込んでいる。(Fig. 3)

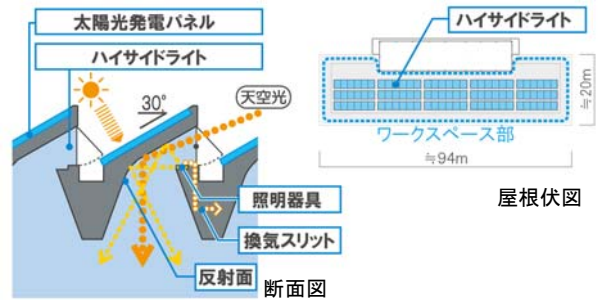


Fig. 3 エコロジカルーフシステム
Ecological Roof System

3.1.2 ペリバッファシステム 日射を制御するための外装とあわせ室内側ペリメーターゾーンに、滞在時間が短く空調温度の緩和が可能な通路や打合コーナー、給湯コーナー等を屋外テラスと連続的に外周配置させ、内部側執務ゾーンへの負荷の影響を抑えた縁側緩衝空間 (ペリバッファゾーン) を形成して空調エネルギーを低減するシステムを計画した。緩衝空間と内部の執務空間には床埋込空調機を設置し、緩衝空間の適度な空調を行うとともに、エアバリアの効果により執務空間側への外乱の影響を少なくしている。またこれら打合せコーナー等人的の集まるマグネットスペースの外周への配置は、熱負荷緩和だけでなく中央執務ゾーンからの人の移動を促進し、出会いや交流性を向上させることにも寄与している。

南側の外装はフルハイトの全面Low-Eガラスとしているが、高角度の日射抑制のための大きな水平庇と、東西からの低角度の日射抑制のためのセラミックプリントパターンが施され外部化されたガラス支持材 (縦型ガラスリブ) フィンを組み合わせて、内部空間の開放性、眺望を確保しつつ熱負荷を低減させる構成としている。このシステムによるCO2削減効果は年間約17tを見込んでいる。(Fig. 4)

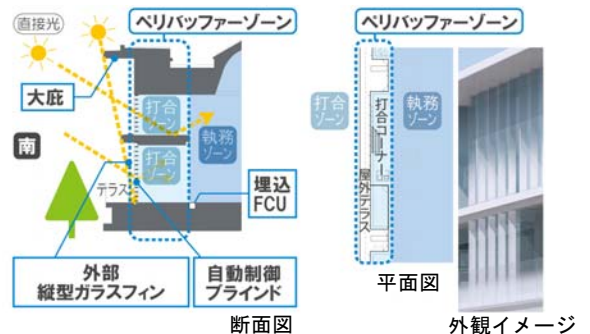


Fig. 4 ペリバッファシステム
Peri-Buffer System

3.1.3 自然換気システム 敷地に吹く南北方向の卓越風を自然換気に活用するために、建物を東西に扁平な形状として南側外構には緑地を設置、北側は既存樹木を保存し、外構舗装の照り返しによる温度上昇の影響を

排除した冷涼風を取り入れるシステムを計画している。

外界状況をセンサー計測し条件が揃った際に、OAフロア下部より外気を取り入れ、屋根側ハイサイドライトより排気する室内高さを活かした置換換気方式により、換気モード時は大空間オフィス全体の空調を自動停止し、空調エネルギーを低減する計画とした。なお、オフィスアワー時の自然換気だけでなく、モーニングパーズ、ナイトパーズ(朝・夜の排熱除去)にも利用する。このシステムによるCO₂削減効果は年間約1tを見込んでいる。

(Fig. 5)

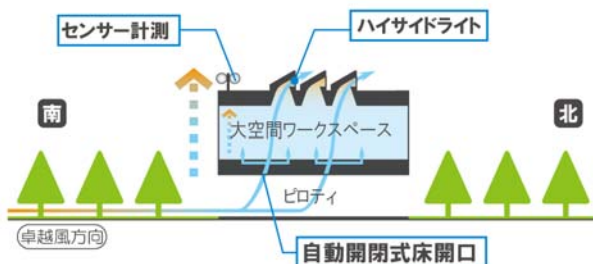


Fig. 5 自然換気システム
Natural Ventilation System

3.1.4 自然水利用システム 敷地内の豊富な井水を活用するために、井水をまず空調用ヒートポンプ熱源として利用し、その後屋外灌水やトイレ洗浄水用としてカスケード利用、さらに雨水も貯留してトイレ洗浄水等に用い、徹底した水の有効利用により省資源化を図るシステムを計画している。また湿潤舗装されたアプローチエリアに打ち水散水を行い、前庭はじめ広大な緑地の灌水として散水することで周辺の冷却効果を図るとともに、取り入れ外気温抑制によりエネルギーを低減する計画である。外構床は浸透性の高い湿潤舗装仕上げとすることで敷地内に水を還元し、循環化を図る。このシステムによるCO₂削減効果は年間約0.8tを見込んでいる。

(Fig. 6)

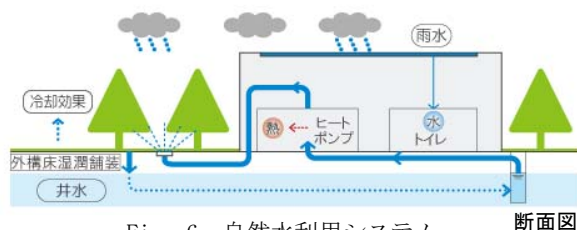


Fig. 6 自然水利用システム
Natural Water Use System

3.2 アクティブシステム

アクティブシステムの計画においては、最新の設備開発技術を用い、さらに既存技術と有機的に組み合わせることで、省CO₂を図った。

3.2.1 潜熱・顕熱分離型パーソナル放射新空調システム

天井の高い大空間のオフィスで省エネを図りながら、快適性・知的生産性を保持するため、空調システムは居住域空調(置換換気空調)を採用している。特に居住域でも、アンビエント領域(全体)とタスク領域(デスク廻り)に分けて空調(タスク・アンビエント空調)することで、さら

なる省エネを図っている。この方式は比較的低い在席率において省エネ効果を発揮する。なお室内の気流を乱さず排熱を居住域の外へ上昇させる置換換気空調の考え方は、今回開発した強制対流を用いない放射と自然対流によるタスクパネルをデスクに取り付ける方式とマッチングしている。

今回開発したタスク・アンビエント空調方式は、パーソナル床吹出口を用いて、温度条件を緩和したアンビエント領域の中に、ある程度のタスク空調領域(準タスク域)を形成させる。デスク回りのタスク域はパーソナル放射パネルをデスクのパーティションに取り付け、快適領域にコントロールする。

パーソナル床吹出口とパーソナルタスクパネルは、それぞれ潜熱と顕熱を分離して処理する潜熱顕熱分離空調方式であるといえる。床吹出口からは、コージェネレーション(電力と温水の同時生成設備)の熱を利用したデシカント空調により確実に潜熱処理(除湿)された外気を導入し、パーソナルタスクパネルでは主に人体発熱である顕熱処理を行う。

なおデシカント空調機がCO₂制御による省エネを図っているため、アンビエント領域の温度が維持できない場合には室内循環用の空調機が起動する。またこの空調機は外気冷房時にも使用するものである。(Fig. 7)

以上は冷房時クールビズでの運用であるが、タスクパネルは容易に移動が可能な継手を用いており、暖房時ウォームビズでは、デスク下に取り付け、頭寒足熱を構築する。

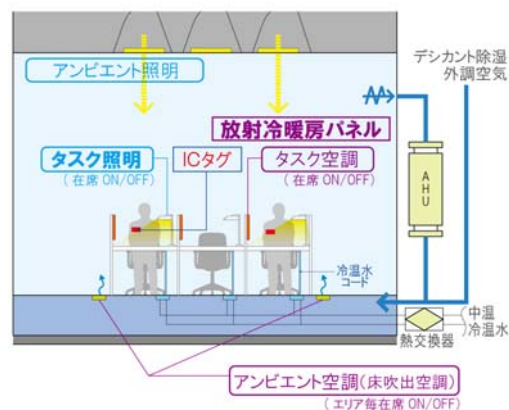


Fig. 7 潜熱・顕熱分離型パーソナル放射新空調システム

A Latent and Sensible Heat Separation Type Personal Emission New Air Conditioning System

パーソナル空調の省エネ効果を最大限引き出すために、セキュリティ用のICタグを利用した照明・空調新制御システムを採用する。これはICタグで各自の在席または在室を検知して、照明・空調のON-OFFを制御することで必要な場所のみの照明・空調を行うシステムである。研究員は実験作業や社内外の打合せが多く離席頻度が高めということもあり、利用者の消し忘れ防止も含め、無駄なエネルギーを徹底的に削減することができる。これらにより年間約27tのCO₂削減効果を見込んでいる。

3.2.2 地中熱利用ヒートポンプシステム～井水ハイブリッドシステム 熱源は空気熱源高効率ヒートポンプチャラーによる水蓄熱方式を採用している他、年間を通して安定した地中温度や井水温度を有効に利用して水熱源ヒートポンプチャラーの運転の高効率化を図っている。地中熱との熱交換効率を向上させる高熱伝導性充填砂の開発により採熱効果を向上させている。また井水の熱を補助熱源として利用している。デシカント空調や放射空調に利用する冷水温度が比較的高いため、地中熱利用のヒートポンプシステムは中温冷水用として運転する。また潜熱蓄熱材を用いた中温冷水蓄熱システムを組み合わせることでCO₂発生量の少ない夜間電力に移行し、省CO₂を図っている。潜熱蓄熱材は13～19℃の中温度で融解・凝固する新しいタイプの潜熱蓄熱材を用いている。これらにより年間約1tのCO₂削減効果を見込んでいる。(Fig. 8)

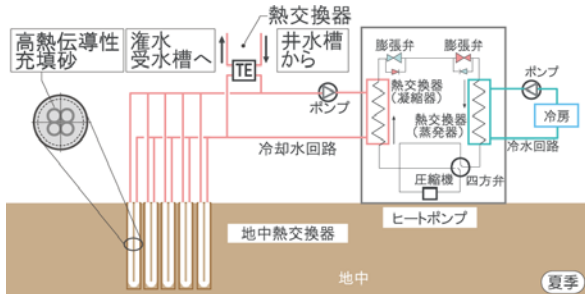


Fig. 8 地中熱利用ヒートポンプシステム
～井水ハイブリッドシステム
Underground Heat Utilization Heat Pump System
～ A Well Water Hybrid System

3.2.3 その他のアクティブ省エネ手法 他に空冷ヒートポンプチャラーの外部からの圧縮機制御による高効率運転制御、大温度差送水、変风量変流量制御、外気量のCO₂制御、厨房での置換換気などを組み合わせ、新技術と既存技術を有機的に統合し積み上げることで、さらなる省CO₂を図っている。

3.3 マネジメント手法

ハード面の運用システムの整備に加え、利用者参加型の省CO₂活動を支えるソフト面での運用システムを整備し、これらエコモニターを通して積極的に見える化を図り、さらなる省CO₂を図っている。

3.3.1 居住者の環境活動を支える運用システムの整備 ハード面では設備機器の効率的な運転を管理するBEMS(ビルエネルギーマネジメントシステム)を採用しているが、これに加えて居住者自身が省エネ活動、環境活動に参加できるような仕組みづくりを計画した。

これは先述のオフィスの自然換気装置を完全自動操作でなく、居住者自身が選択操作できるように、スイッチをオフィス内に設置し、これを押すと作動するようにしたもので、自ら押すということによって参加意識を促進させるも

のである。これにより削減したエネルギー費用はBEMSでチェック、削減費用の一部を居住者に還元するインセンティブを付与し、押せば押すほど居住者にもメリットが享受されることで、自然換気利用率がより高まることを意図している。この様子は建物に設置されるエコモニターや、展示スペースなどを通じ積極的に見える化していくことで、居住者の省CO₂の意識向上を図る考えである。またこれらはウェブなどを通じて情報発信を行う予定としている。(Fig. 9)

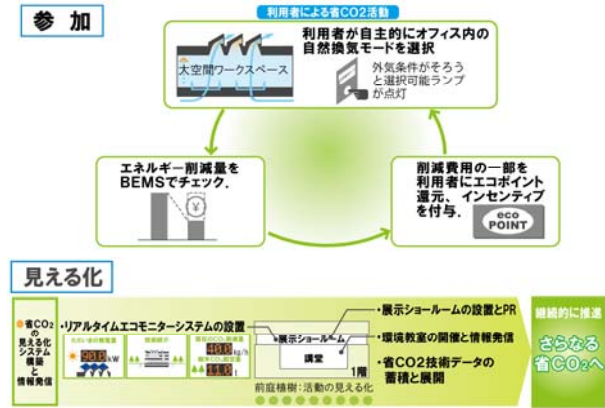


Fig. 9 運用システムコンセプト図
Operating System Concept

4. まとめ

パッシブ、アクティブ、マネジメントと3つの面における各手法について紹介した。各面でのこれらの手法及びそのほかの既往手法とあわせ全体の年間CO₂削減効果は合計約300tとなり、床面積あたりのCO₂排出量は43kg-CO₂/m²、一般事務所ビル(平成18年度東京都省エネカルテ集計データ)のCO₂排出量97kg-CO₂/m²と比較すると、約55%の削減率となる。今後は各手法の実測データの収集と検証を重ね、自然力活用型施設としての普及性、次世代型省CO₂最新設備技術の先導性、また居住者の省CO₂活動支援運用システムの波及性をもって、省CO₂の普及活動に努めていく予定である。(Fig. 10)

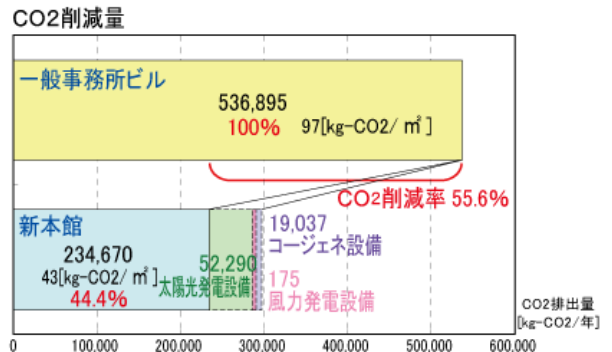


Fig. 10 平成18年東京都省エネカルテとの比較
Comparison with average CO₂ emission of Tokyo
office building in 2006