

## カーボンニュートラル賞

<b>受賞名称</b>
第5回カーボンニュートラル賞 近畿支部
<b>カーボンニュートラル賞選考支部名称</b>
第5回カーボンニュートラル賞選考委員会 近畿支部
<b>業績の名称</b>
ヤンマー本社ビル “YANMAR FLYING-Y BUILDING” Zero CO2-Emission Buildingを志向した都市型環境共生建築
<b>所在地</b>
大阪府大阪市北区茶屋町1番32号

### 応募に係わる建築設備士の関与

株式会社日建設計	水出 喜太郎
	杉原 浩二

### 応募者又は応募機関

代表応募者・機関	株式会社日建設計						
建築主	セイレイ興産株式会社						
設計者	株式会社日建設計						
施工者							
建物利用者・ 基幹設備製造者	ヤンマー株式会社						
建物利用者・ 基幹設備製造者	ヤンマーエネルギーシステム株式会社						
建物管理者	株式会社ヤンマービジネスサービス						
検証者							
延床面積	21,011.40	m <sup>2</sup>					
階数	地上12階	地下2階	塔屋2階				
主用途	事務所・店舗						
竣工年月日	2014年9月						

### 支部選考委員長講評

大阪の中心部に建つ、本社機能と商業施設が入居する複合ビルにおいて、Zero CO2-Emission Building (ZEB) を志向し、コージェネレーションシステムや高効率ガスヒートポンプエアコンなどを基幹設備として位置付け、各種パッシブ・アクティブ手法を組合せ、総合効率の高い省エネルギーシステムを構成し、運用後の1年目において目標値を上回るCO2排出量の削減を達成している。さらに現段階における削減目標を足がかりに、今後の技術革新や新規技術の導入、将来的な太陽光パネル増設やバイオディーゼルCGS増強などの再生可能エネルギーへの進展により、ZEBの実現に向けた将来展望まで見据えられた計画がされており高い評価に値する。

### 関与した建築設備士の言葉

大阪梅田に建つ都市型環境共生建築ヤンマー本社ビル (YANMAR FLYING-Y BUILDING) は、ヤンマー本社エリアにおいて、オンサイト発電と選択可能型排熱利用、自然エネルギーの活用と都市環境への貢献・訴求、放射モード/対流モード可変型の空気式放射冷暖房などの技術によって、竣工時目標の年間CO2削減率55.0%を上回る、59.7%削減を達成しました。また、詳細検証を通して、さらなるCO2削減を実現する余地も示唆されています。本建物のZEB化推進プロジェクトは竣工後2年を経過した現在も継続しており、発注者・入居者・運用者・設計者によるプロジェクトチームが組織されています。同組織では今後、これまでの性能検証結果とノウハウを活用し、更なるCO2削減の立案と実行、検証を進め、ZEBに向けたPDCAサイクルを実践していく予定です。

業績名称：ヤンマー本社ビル／Zero CO<sub>2</sub>-Emission Buildingを志向した都市型環境共生建築

■ 業績の概要とカーボンニュートラル化に係わる取り組みの要旨

1/4

①-1 省エネルギーの取組み・工夫／計画概要・環境コンセプト

■ 計画概要・環境コンセプト

大阪梅田の中心部に建つ、ヤンマーの本社機能と商業施設が入居する複合ビルである。特徴的な外観は、200mmピッチで取付けられた100φのアルミルーバーと壁面緑化で構成された外装であり、先進的かつエコロジカルなイメージを表現している。  
Zero CO<sub>2</sub>-Emission Building (以降、ZEB) を志向し、ヤンマー本社エリアにおける年間のエネルギー消費に伴うCO<sub>2</sub>排出量を55%以上削減することを目標とした。コージェネレーションシステム (以降、CGS) や高効率ガスヒートポンプエアコン (以降、GHP) などを基幹設備として位置付け、各種パッシブ・アクティブ手法を組合せ、総合効率の高い省エネルギーシステムを構成し、CO<sub>2</sub>排出量の大幅な削減を目指した。さらに現段階における55%以上の削減目標を足がかりに、今後の技術革新や新規技術の導入、将来的な太陽光パネル増設やバイオディーゼルCGS増強などの再生可能エネルギーへの進展により、ZEBの実現を目指す。



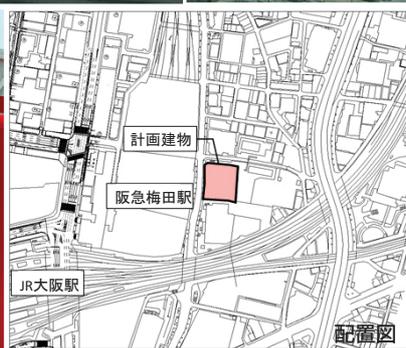
建物外観



大規模壁面緑化



光と風を導くエコスパイラル



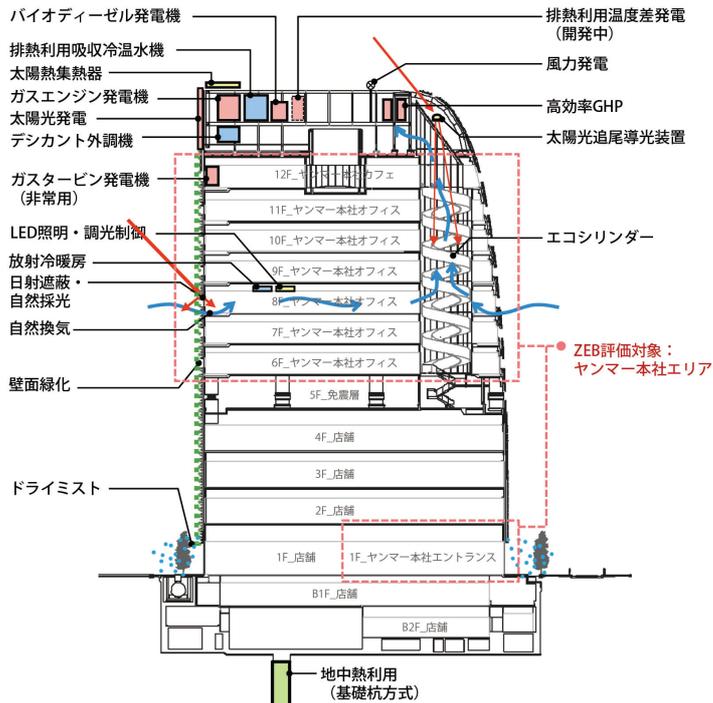
配置図

建築概要

名称	ヤンマー本社ビル (YANMAR FLYING-Y BUILDING)
所在地	大阪府大阪市北区茶屋町1番32号
建築主	セイレイ興産株式会社
敷地面積	2,500.01 m <sup>2</sup>
建築面積	1,553.14 m <sup>2</sup>
延べ面積	21,011.40 m <sup>2</sup>
構造	鉄骨造、一部 鉄骨鉄筋コンクリート造、 鉄筋コンクリート造
階数	地下2階、地上12階
主用途	事務所、物販店舗
設計・監理	株式会社 日建設計
施工	建築：(株) 竹中工務店 空調：三機工業 (株)、東洋熱工業 (株) 衛生：三機工業 (株)、(株) 三晃空調 電気：東光電気 (株)、(株) 閃電工
工期	2013年2月～2014年9月

設備概要

<p>[空調設備]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>熱源/ジェネリック (排熱投入型ガス温水発生機)：350USRT×2台</li> <li>GHP (本社エリア：1700kW、商業エリア：1500kW)</li> <li>ガスエンジンCGS：400kW、バイオディーゼルCGS：25kW</li> <li>太陽熱集熱器：30kW、地中熱交換器 (基礎杭方式×5本)</li> </ul> <p>・空調/外調機+GHP (本社エリアの外調機は排熱利用デシカント方式併用)</p>
<p>[衛生設備]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>給水/上水：重力方式、雑用水：重力方式・雨水利用</li> <li>給湯/手洗・湯沸：貯湯式電気温水器</li> <li>社食厨房：ガス湯沸器 (+CGS 排熱・太陽熱利用) +貯湯槽</li> <li>排水/建物内：汚水雑排水分流式、敷地内：汚水雨水分流式</li> <li>厨房排水処理設備</li> <li>ガス/中圧B515込</li> </ul>
<p>[電気設備]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>受電/高圧：6.6kV 2回線受電</li> <li>発電機/常用/ガスエンジン：6.6kV 400kW</li> <li>バイオディーゼル：200V 25kW</li> <li>太陽光発電：35kW、風力発電：1kW</li> <li>発電機/非常用/ガスタービン：6.6kV 875kVA</li> <li>照明 /本社エリア/LED (タスクアンビエント方式)</li> </ul>



省CO<sub>2</sub>技術インストールダイアグラム

■ 省CO<sub>2</sub>の具体策

ヤンマー本社ビル“YANMAR FLYING-Y BUILDING”はZero CO<sub>2</sub>-Emission Buildingを志向した都市型環境共生建築である。以下に記す導入技術の確実な実施により、ヤンマー本社エリアの初年度CO<sub>2</sub>排出量59.7%削減を実現した。

1. オンサイト発電と選択可能型排熱利用

ガスエンジンコージェネ、バイオディーゼルコージェネ、太陽光発電、風力発電を導入。コージェネ (CGS) の排熱はジェネリック/デシカント/暖房/給湯の利用優先順位を自由に設定し、最適モードを選択可能。

2. 自然エネルギーの活用とリアルタイムの見える化

建築と融合した自然換気計画・自然採光計画・大規模壁面緑化計画、及び太陽熱と地中熱利用システムの導入。CO<sub>2</sub>削減率のリアルタイム評価とWEB公開。

3. 放射モード/対流モード可変型の空気式放射冷暖房

汎用性のある外調機+エアコン方式において放射モードと対流モードの選択可能型空調システムを構築。

■ 業績の概要とカーボンニュートラル化に係わる取り組みの要旨

①-2 省エネルギーの取組み・工夫／省CO<sub>2</sub>率のリアルタイム評価と見える化

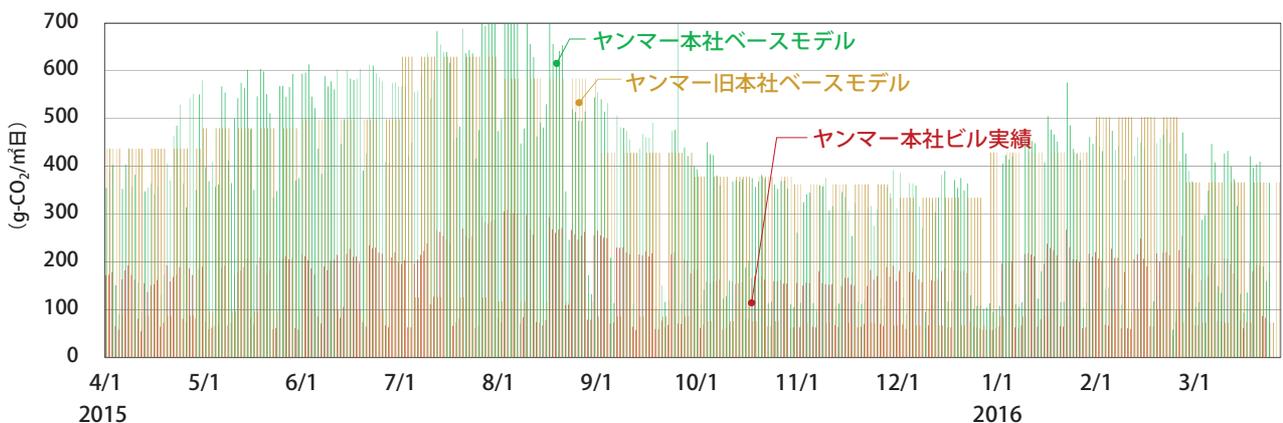
■ ヤンマー本社エリアの省CO<sub>2</sub>排出量実績評価

本建物では、CGSの導入、エコシリンダーを利用した自然換気、GHPによる放射冷暖房を併用したハイブリット空調、太陽熱・地中熱利用と共に太陽光、バイオ燃料を利用した創エネルギー技術など、多岐にわたる環境共生技術を導入し、それら各種システムの計量計測データを用い、BEMSにおいてCO<sub>2</sub>排出量の毎時演算を行っている。

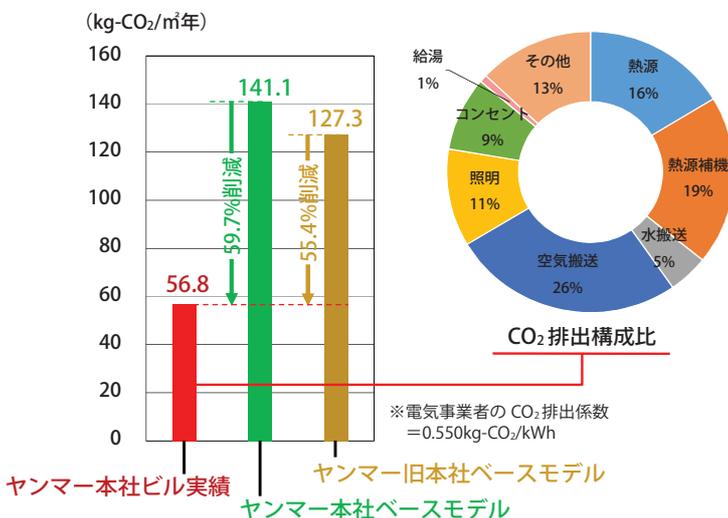
また、「ヤンマー本社ビル」におけるCO<sub>2</sub>排出実績値を算出することと合わせて、各種省CO<sub>2</sub>技術を導入していない場合の仮想の「ヤンマー本社ベースモデル」のCO<sub>2</sub>排出量を同時演算し、加えてヤンマー旧本社ビルの実績データをもとに設定した「ヤンマー旧本社ベースモデル」とも比較することで、ヤンマー新本社ビルの省CO<sub>2</sub>率をリアルタイムで評価している。

下図に、ヤンマー本社エリアにおける竣工後1年間（2015/4/1～2016/3/31）のCO<sub>2</sub>排出量実績評価を示す。年間のCO<sub>2</sub>排出量の実績値は56.8kg-CO<sub>2</sub>/㎡年となり、「ヤンマー本社ベースモデル」比で59.7%の削減、「ヤンマー旧本社ベースモデル」比で55.4%の削減となった。

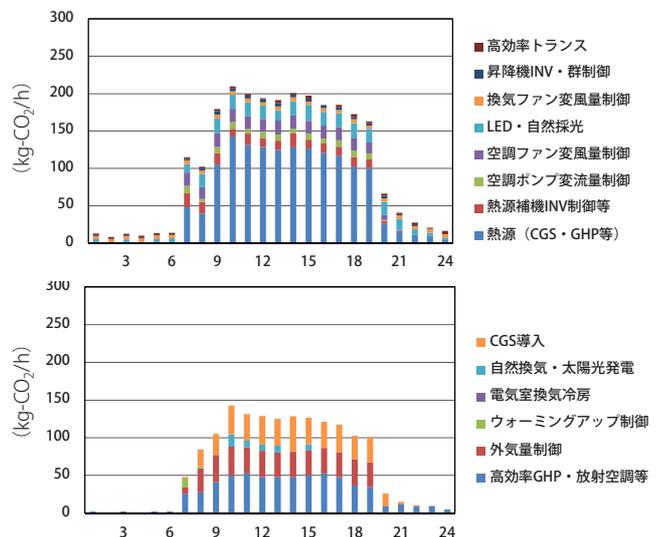
CO<sub>2</sub>排出量の内訳は、熱源・空調関連項目が約60%を占め、照明・コンセントの比率は20%程度である。ヤンマー本社ビルでは照明のLED化や省電力機器（ノートPC等）の全面的導入により照明・コンセントの消費電力が大幅に削減され、相対的に空調関連比率が大きくなったものと考えられる。また、「その他」には、厨房用のエネルギーが含まれている。



図：ヤンマー本社エリアにおける省CO<sub>2</sub>実績評価-1



図：ヤンマー本社エリアにおける省CO<sub>2</sub>実績評価-2



図：要素技術毎のCO<sub>2</sub>削減効果（夏期代表日2015/8/26）  
上段：中項目までの評価  
下段：中項目の内、熱源部分の詳細評価

■ CO<sub>2</sub>削減率のリアルタイム評価と見える化

この建物の特長的な性能を端的に表す指標は、CO<sub>2</sub>削減率と自家発電率である。そこで、2つの数値を極力リアルタイムで表示することで、建物の脈動を感じられるようにした。一つは本社エリア11階のレセプションサイネージに、もう一つはインターネット上のホームページで閲覧可能としている。（右図）

これらの数値はヤンマー本社エリアを対象とした評価数値を表しており、BEMSにおいて計量計測データの詳細管理を行い、要素技術ごとのCO<sub>2</sub>削減効果や自家発電率を算出するための計算ロジックを構築し、逐次バックデータを蓄積している。

一方で表示方法は、余計な情報を排した数字だけをシンプルに見せることで、印象的にアピールするようにしている。アーティストックに動く数値で興味を喚起し、これを契機として、要素技術やその効果のディテールへと議論が積極的に展開されることを期待している。



■ 業績の概要とカーボンニュートラル化に係わる取り組みの要旨

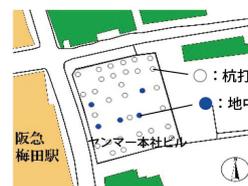
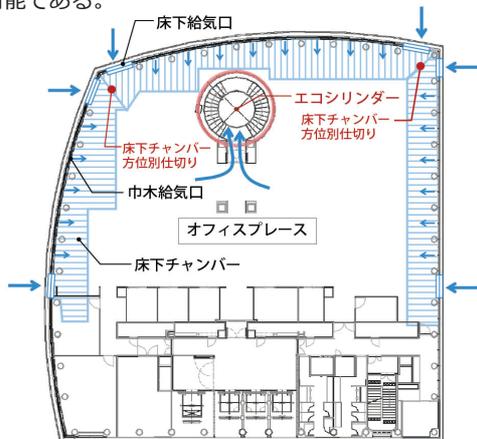
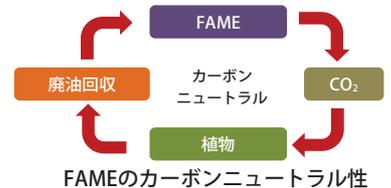
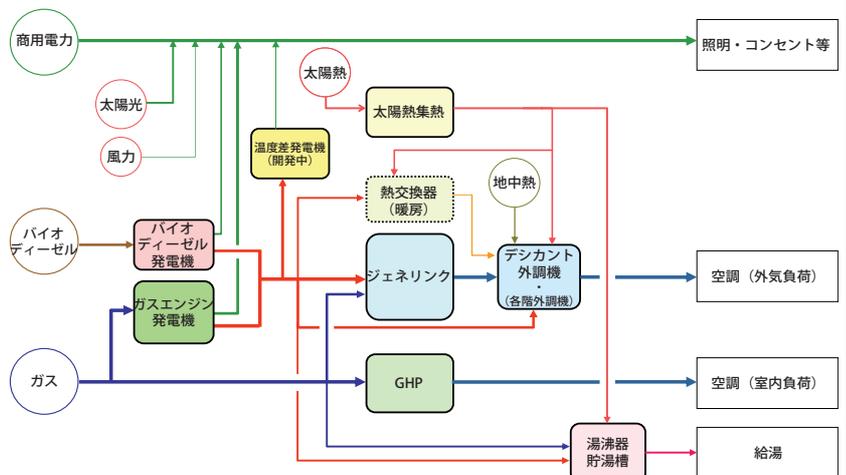
② 低カーボンエネルギーへの転換／バイオディーゼルや自然エネルギーを連携利用した熱源システム

■ オンサイト発電とセレクトラブル排熱利用

本建物には多様な常用発電設備を導入している。ガスエンジン発電機、太陽光発電、風力発電、そして、バイオディーゼル発電機である。ガスエンジン発電機とバイオディーゼル発電機によるCGSは、電主運転／熱主運転の切り替えができるように備え、かつ排熱の多段利用先であるジェネリング／デシカント／暖房／給湯については、その利用順位を自由に設定可能とした。これにより、【CO<sub>2</sub>削減優先モード】や【ランニングコスト低減優先モード】など、優先事項に応じた最適運転モードを選択可能としている。

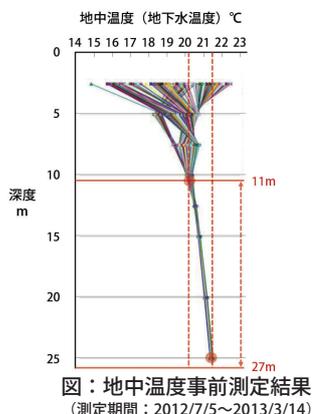
■ バイオディーゼルCGSの導入

バイオディーゼル燃料とは、菜種油やひまわり油など植物由来の油や、てんぷら油などの廃食油から作られる燃料のことである。原料となる植物油脂は、脂肪酸とグリセリンが結合している。植物の油脂にメタノールを混ぜてアルカリ処理などを行うと、植物油脂の構成成分である脂肪酸とメタノールとが結合した化合物ができる。この化合物はFAME (Fatty Acid Methyl Ester：脂肪酸メチルエステル) と呼ばれる。FAMEは植物由来の再生可能エネルギーであるため、エンジン燃焼時にCO<sub>2</sub>を排出しても、環境中の炭素循環量に対して中立、即ちカーボンニュートラルの特性を持つ。従って、FAMEで発電をした場合は、その発電分を電気事業者から購入するとした場合のCO<sub>2</sub>排出量をそのまま削減するものと見做すことができ、発電電力は小さいが、ZEBに大きく寄与することが可能である。



表：地中熱交換杭仕様

- ・基礎杭方式／計5本／杭径1700Φ／1本当たりUチューブ8本／杭深さ11m～27m
- ・サーマルレスポンステスト結果  
地盤の熱伝導率 λ = 3.59W/mK (周辺敷地参考値 λ = 1.80W/mK)



■ 自然換気・自然採光計画

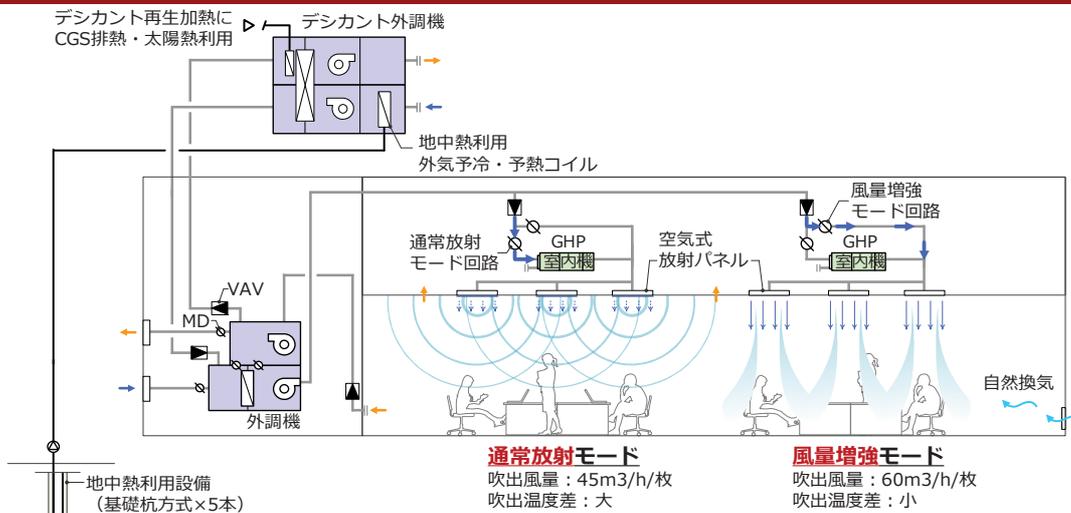
オフィスの中央に位置する、エコシリンダーと呼ぶ吹抜けの螺旋階段室を利用して、自然の風と光の積極的な導入を図っている。本計画における自然換気は、西・北・東の3方位6箇所に設けた床下給気ダンパーより外気を取り入れ、床下のチャンパーを経て窓際の中木スリットより室内に供給され、エコシリンダーへと流れ、温度差駆動力を利用しながら頂部排気窓より排気される計画である。自然採光に関しては、3面採光の確保に加えてエコシリンダー頂部の太陽光追尾型導光装置によってオフィス中央部にも柔らかな自然光を取り込むこととしている。

■ 地中熱と太陽熱の利用

都心部における再生可能エネルギー利用手法として、地中熱利用と太陽熱利用を採用した。太陽熱利用については、太陽熱温水器を設置し、CGS排熱と並行した熱利用を行う。また地中熱利用においては、基礎杭方式による地中熱交換器を設置し、外気のプレクーリング・プレヒートに直接利用する。デシカント外調機における夏期の外気処理工程に注目すれば、地中の熱で冷やし、太陽の熱で除湿するという連携利用方式となっている。なお地中熱について、本敷地は地下水位が高く地盤の有効熱伝導率が比較的高いため、熱劣化が起こりにくく、地中熱を安定して利用しやすいことを確認している。

■ 業績の概要とカーボンニュートラル化に係わる取り組みの要旨

③ 再生可能エネルギー利用・工夫/自然エネルギー利用型・放射/対流モード可変型の冷暖房システム



図：自然エネルギー利用型・放射/対流モード可変型の冷暖房システム

■ 空気式放射冷暖房システムの概要

オフィスの空調方式は外気処理空調機+GHP方式としている。上図に示すように、デシカント外調機による除湿とマルチエアコンを用い、空気式放射パネルを併用した潜熱・顕熱分離空調とし、快適性と省エネルギーの両立を図っている。また同図に示すように、外調機からの給気とGHP室内機の接続箇所においてダンパー切替を行うことで、吹出風量・吹出温度に可変性を持たせる空調システムとしており、通常時の放射空調モード（以下【通常放射モード】）と、給気風量を通常時の4割増しにするモード（以下【風量増強モード】）を選択可能としている。これにより、冬期の暖房立上り時や、盛夏の設定温度緩和時などに、オプションとして気流を付加できる計画としている。冷房時には、室温28℃でもPMV $\leq$ +0.5となる快適な温熱環境を、従来の天井吹出し空調に比べて省エネルギーで実現することを意図している。

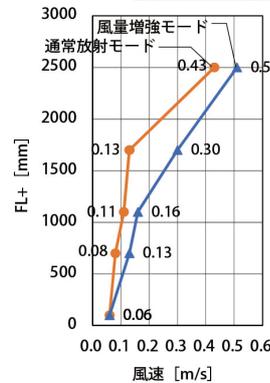
■ 冷房時の各モードの基本性能

両モードの気流特性について、上下方向気流測定結果を右図に示す。FL+1700mmにおいては通常放射モード：風量増強モード=0.13m/s：0.30m/sであり、FL+1100mmにおいては同比較=0.11m/s：0.16m/sとなっており、居住域部分において、不快なドラフトのない範囲で、風量増強モードの方が気流感が増す結果となった。また、サーモカメラの熱画像においては、通常放射モードの方がパネル表面温度は低く、冷放射効果が大きくなっていることが確認できた。

■ 自然換気時の室内温熱環境と省エネ効果

自然換気がONとなったハイブリッド空調時の温熱環境測定結果（FL+1100mm）を下図に示す。自然換気ON時、室温やPMVは、自然の外気が流入してきていることを示唆するように微変動を示しながら、快適域内で推移していることが分かる。

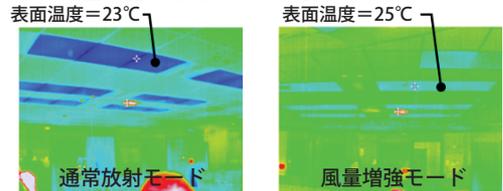
また、右下図に、自然換気除去熱量とGHPガス消費量の関係を、外気温と日射量と共に示す。自然換気が発動し、室内発熱の除去熱量が計上されている時間は、ガス消費量が顕著に削減されている。室内外温度差が大きく煙突効果が促進される時は、ガス消費量はゼロになっており、室内外温度差が小さい時も、ガス消費量は少なく抑えられている。



高さ [mm]	風速 [m/s]	
	通常放射モード	風量増強モード
FL+1700	0.13	0.30
FL+1100	0.11	0.16



図：上下方向気流測定結果（冷房時）



図：各モードの熱画像

