

カーボンニュートラル賞

受賞名称	第9回カーボンニュートラル賞 近畿支部 奨励賞
カーボンニュートラル賞選考支部名称	第9回カーボンニュートラル賞選考委員会 近畿支部
業績の名称	大阪工業大学 梅田キャンパス O I T梅田タワー
所在地	大阪市北区茶屋町1-45
応募に係わる建築設備士の関与	株式会社石本建築事務所 東堂 博文 柘植 和人

応募者又は応募機関

代表応募者・機関	株式会社石本建築事務所					
建築主	学校法人常翔学園					
設計者	服部・石本・安井設計監理共同企業体					
施工者	西松建設株式会社 西日本支社					
施工者	株式会社きんでん 大阪支社					
建物管理者	学校法人常翔学園					
建物利用者	学校法人常翔学園 大阪工業大学					
延床面積	33,854	m ²				
階数	地上21階	地下2階	塔屋2階			
主用途	大学					
竣工年月日	2016年10月					

支部選考委員長講評

<p>外壁率の高い超高層建築物の外部負荷を先進的なエコロジカルスキンとして外装材の高性能化を行い、自然エネルギーも併用利用し削減している。内部負荷も人検知センターを利用し消費エネルギーの最適化を図り、併せて再生エネルギー（太陽光発電・地中熱）も利用してCO₂削減率32.1%の達成を評価する。</p> <p>超高層建築物は外壁率が高く、床面積がコンパクトになる特性をこのケースは見事に解決しており、今後、都市部に建設される超高層タワー型キャンパスのヒントになりうる。</p> <p>【建築計画による空調負荷の削減】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・エコロジカルスキン（自然通風対応ターミナルユニット、超高断熱ガラスカーテンウォール） ・日射遮蔽庇一体型太陽光発電パネル <p>【設備計画による省エネ技術】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・タスクアンドアンビエント：照明及び空調方式 ・熱源群：最小CO₂運転制御 <p>【低カーボンエネルギーへの転換】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地中熱利用水冷ヒートポンプチャラー：中温水変換 ・アースチューブ：外気負荷の削減 <p>【再生可能エネルギー利用】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日射遮蔽庇一体型太陽光発電パネル：CO₂削減量29.8t-CO₂/年 ・地中熱利用杭：CO₂削減量6.5t-CO₂/年 <p>【先進性・独創性】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・エコロジカルスキン：多機能ダブルスキン（日射遮蔽庇一体型太陽光発電パネル） ・ヒートパイプ組込み空調機：余冷再熱利用 <p>【普及性】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・タスクアンドアンビエント空調方式の負荷制御※は今後の学校建築におけるエリア制御として普及の可能性 がある。※負荷制御：細分化された制御エリア毎に人感センサーで人の在席／不在を自動判別し、在席エリアと 近接エリアのみを効率的に空調制御する。

業績の名称： 大阪工業大学 梅田キャンパス O I T梅田タワー

■ 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説明

建物概要



北西外観



南西外観



北面上空より見る

大阪・梅田に誕生した関西エリアに初となる都市型タワーキャンパスである。大阪工業大学梅田キャンパスとして、新学部「ロボティクス&デザイン工学部」が開学し、都心環境を活かし、技術とデザインを融合した新しい学びによるイノベーション人材育成が行われる。立地環境を活かした産・官・学・民の連携を展開する市民開放型の教育施設である。

本キャンパスの低層部には多機能ホール（576席）やレストランなど地域開放のにぎわい施設を設けている。グランドレベルでは防風対策を含めた緑地空間「常翔の杜」の形成により、梅田に新しいまちの景をもたらした。

建物は都心の立地環境と都市型タワー型キャンパスの特徴を活かして防災と環境への配慮を兼ね合わせた施策を盛り込み、ゼロエネルギー化を目指すエリアを計画している。その取り組みは、地域貢献と低炭素社会への波及が意図されている。

所在地 / 大阪市北区茶屋町1番45号
 用途 / 学校
 建築主 / 学校法人 常翔学園
 設計・監理 / 服部・石本・安井設計監理共同企業体
 施工 / 西松建設関西支社（建築）、きんでん（設備）
 規模・構造 / S・SRC B2F・22F・PH1F
 敷地面積 / 4,650.41㎡
 建築面積 / 2,416.21㎡
 延床面積 / 33,853.94㎡
 建物高さ / 125.15m
 竣工 / 2016年10月

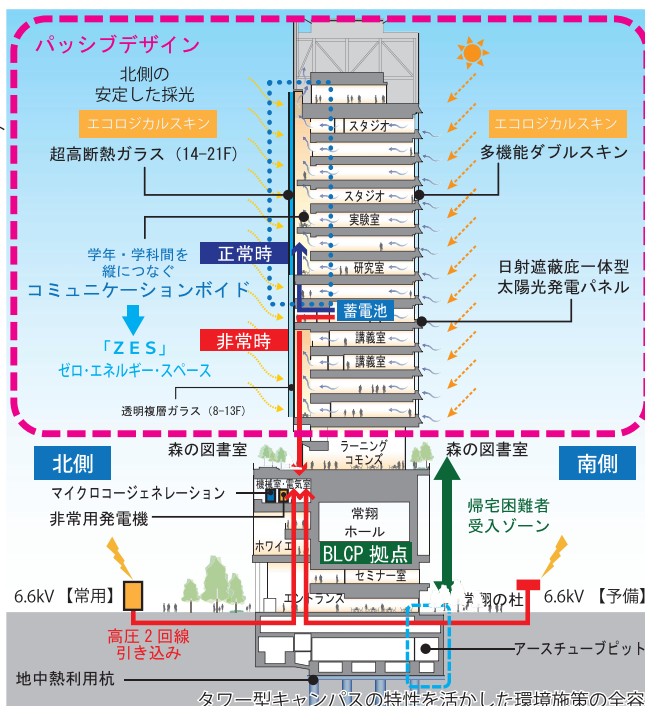
環境配慮の施設全容

超高層建物であるタワー型キャンパスの特徴を活かして、環境配慮と防災を兼ね合わせた施策を盛り込んだ。高層部の大学ゾーンではエコロジカルスキンとして外装材の高性能化を行い、人検知センサーと人が感じる明るさに基づくタスクアンドアンビエント照明制御や、人にやさしい天井放射と床吹き出し空調では、人感センサーとモジュール化によりタスクアンビエント空調を行い、消費エネルギーの最適化と自然エネルギー利用を合わせてゼロエネルギー化を目指している。また空調には、再生可能エネルギーである地中熱や排熱エネルギーの利用と熱源群の最適化アルゴリズムに基づく最小CO₂運転制御を行っている。

低層部では、災害時の影響を極力避けて5階にエネルギーセンターを配し、日常利用の環境配慮施策を災害時に活用するサステナブルBLCP（事業生活継続計画）の構想により、災害レベルに応じた電力供給システムを構築し、全てのエネルギー供給が絶たれても、太陽光発電と蓄電池システムにより最低限の電力供給を行う。帰宅困難者の受入れにも対応する施設として、建物の機能を持続可能としている。

これらの取り組みは大学施設の環境教育の一環として情報発信している。

- 外装材一体型太陽光発電パネル
 - ・日射遮蔽庇一体型太陽光発電パネル
- エコロジカルスキン
 - ・太陽集熱・自然通風対応ターミナルユニット
 - ・多機能ダブルスキン運動カスケード制御
 - ・超高断熱ガラスカーテンウォール
- タスク・アンビエント照明制御
 - ・明るさ感予測と補正による照明制御
 - ・アンビエント照明
 - ・天空照度によるブラインド制御
 - ・センシング人感制御
- 知的創造空間とモジュール空調
 - ・放射冷暖房パネル
 - ・床下インテリジェントVAV
 - ・ヒートパイプ式ハイブリッド空調
- 熱源群の最小CO₂運転制御
 - ・地中熱利用対応水冷モジュールチラー
 - ・アースチューブ利用
 - ・最適化アルゴリズムに基づく運転制御
 - ・マイクロコージェネレーションの排熱利用
- 立体的ヒートアイランド抑制
 - ・6階屋上は100種の樹木と温熱環境効果を学ぶ「森の図書室」
- ゼロ・エネルギー制御
 - ・ZESの計量計測監視
 - ・省エネルギー信号制御
 - ・スマート制御盤
- 環境教育と都心型エコツアー
 - ・最先端を「見て」「感じて」「学ぶ」ことのできる体験型教育



- サステナブル・BLCP
 - ・マイクロコージェネレーション
 - ・非常用発電機連系太陽光発電PCS
 - ・ハイブリッド蓄電池システム
 - ・BLCPモード切替制御システム
 - ・非常時自然外気導入システム
- 見える化と情報発信灯
 - ・エコモニターでエネルギー利用の見える化
 - ・需給予想システム
 - ・環境予報と情報発信灯

業績の名称： 大阪工業大学 梅田キャンパス OIT梅田タワー

■ 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説明

南北のエコロジカルスキン

■ 南面の多機能ダブルスキン

高層階南面は、太陽光発電パネルを一体化した底による日射遮蔽に加え、ブラインドを内蔵する多機能ダブルスキンで構成している。ダブルスキンでは冷房期は日射等侵入熱を排熱し、暖房期は外部への放熱抑制と有効な太陽熱は室内に取込む。中間期は自然換気の外気導入口として機能する。内蔵のグラデーショブラインドの開閉角度の制御によって、直射光を遮ったり天井面へ反射光を室内に導入することで昼光利用を行う(図1)。

ダブルスキンを用いた太陽集熱システムの効果については、運用時(冬期)の実測により、空間全体に影響していることが確認できる。(図3・図4)

■ 超高層ビルの自然換気システムと温熱環境

建物北面の吹抜け空間は、中間期の自然換気における通風ボイドとなる。建物南面の自然換気ターミナルユニットから取込んだ外気が室内を通過し、吹抜け最上部の排気窓から排出される仕組みである。北面外装のガラスは、超高断熱ガラス(U値=0.85W/m²k)を採用し、冬期のコールドドラフトを抑制と上下階温度差の最小化を図り、冬期には暖気を下層部に循環利用することで、最小エネルギーでの環境維持を図った。(図1・図2)

14階の超高断熱ガラス採用部では、1月の非空調時においてPMV平均値は-0.9の温熱感を確保しており、温熱環境の向上を確認している。(図5・図6)

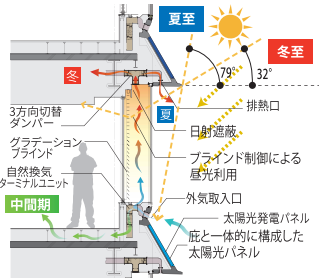


図1 多機能ダブルスキン

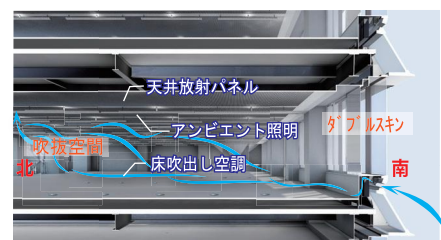


図2 高層階の自然換気のイメージ

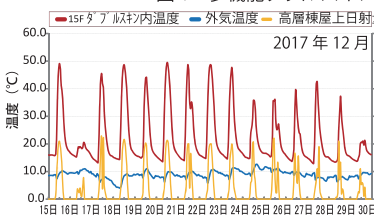


図3 日射量とダブルスキン温度の関係

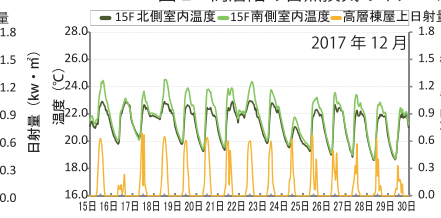


図4 室内温度

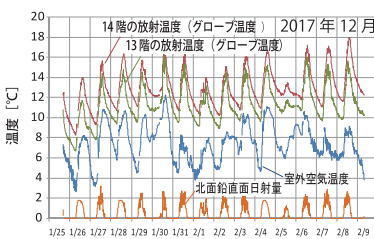


図5 測定期間中の日射量・室外空気温度・放射温度

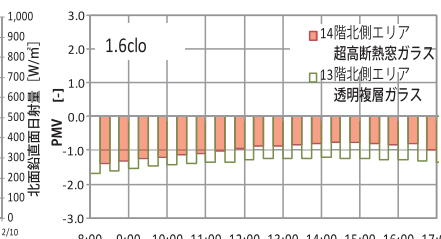


図6 代表日時のPMV (2017年1月26日)

タスク・アンビエント空調

高層部の学生実験・研究エリア、デザインスタジオの空調は、天井放射パネル空調と床吹出し空調を組み合わせ、床吹出し側の送風量を熱負荷に応じて可変风量制御(VAV制御)をするタスクアンビエント空調方式としている(図7)。

室内空調範囲は16の制御エリアに分割し、制御エリア毎の人感センサーで人の在席/不在を自動判別し、在席エリアと近接エリアのみを効率的に空調制御する(図8)。

放射空調では、快適性向上と結露防止のため除湿コントロールが重要である。本施設では、除湿再熱過程でエネルギーを消費しないヒートパイプと冷却コイルを組み合わせた除湿再熱が行える空調機を採用している(図9)。ヒートパイプによる予冷再熱は、冷却コイル負荷を軽減し冷却後の再熱は予冷時に回収した熱を利用するため、一般的な除湿再熱コイルと比べて省エネルギー化を図ることができる。放射空調利用時は快適性評価値(PMV)が向上することを確認した(図9)。

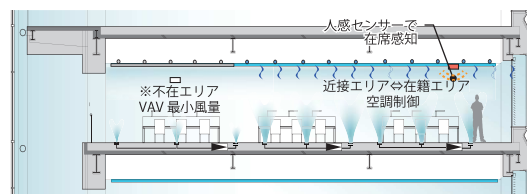


図7 タスクアンビエント空調システム(断面図)

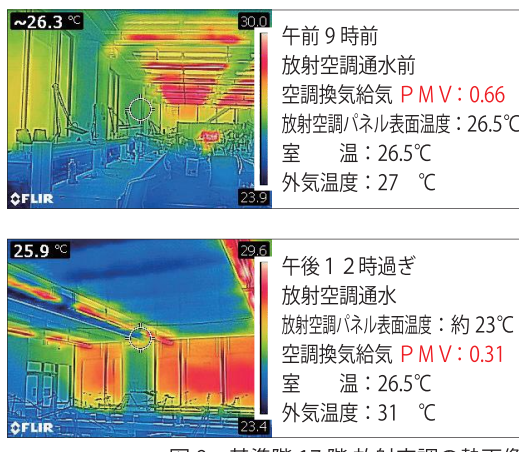


図9 基準階17階放射空調の熱画像

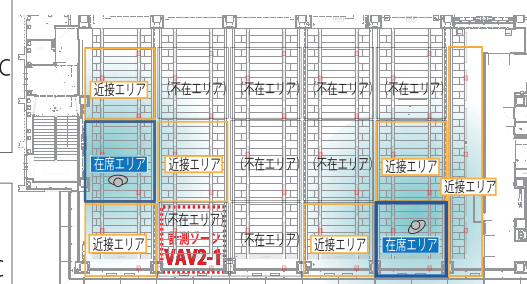


図8 タスクアンビエント空調16の制御エリア(平面図)

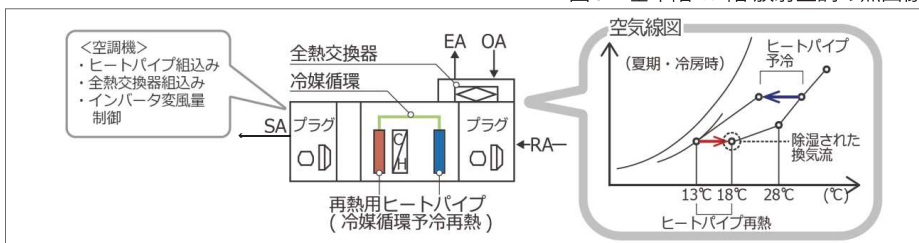


図10 ヒートパイプ組込み空調機

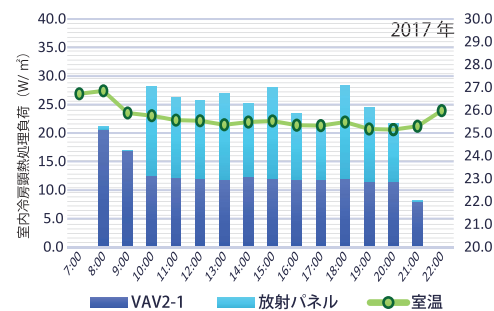


図11 天井放射パネルの処理熱量と室温変化とVAV負荷処理量

業績の名称： 大阪工業大学 梅田キャンパス OIT梅田タワー

■ 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説明

再生可能エネルギーである地中熱の利用

■ アースチューブによる地中熱利用

再生可能エネルギーのひとつである地中熱を、年間を通じ比較的安定したエネルギー源として、アースチューブにより地中熱を空調用熱源機の高効率化と空調外気負荷の低減に利用した。アースチューブは地中と接する地下ピットを空調用新鮮空気の導入経路とし、地中熱交換（冷却・加温）することで外気負荷低減を図る（図12）。外気とアースチューブ内空気状態により、省エネに有効な外気取入れ経路を選択する。アースチューブは“体感”の場として見学することができる（図14）。

アースチューブ内の外気入口温度（計測点A）と出口側温度（計測点B）の月別平均値の実測値を示す（図13）。

7～8月の冷房利用ピーク時、11～2月の暖房期間において外気とアースチューブ通過後の空気温度差が大きくなり、地中熱交換装置として効果があり空調外気負荷低減に寄与することが確認できる（図15）。

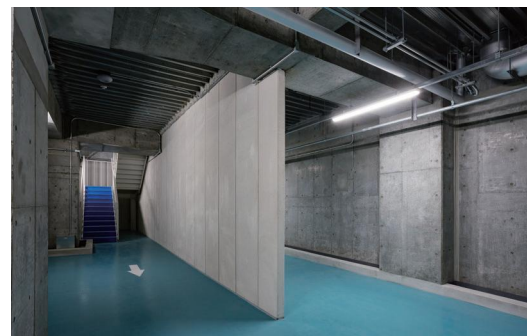


図14 地下ピットを利用したアースチューブ内観

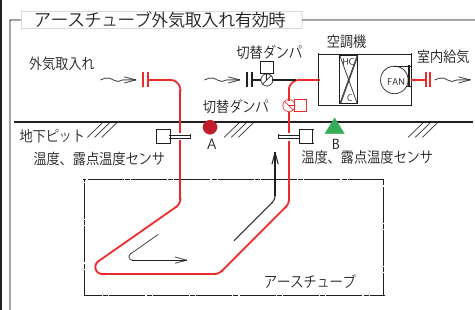


図12 外気取入れ経路（有効時の通風経路）

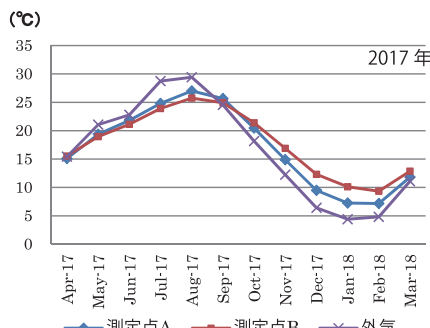


図13 各計測点の月別年間平均空気温度

アースチューブ各計測ポイントの空気温度変化（月別年間平均）(°C) 2017年

計測	外気温度	Δt (A-外気)	計測点A (●)	Δt (B-A)	計測点B (▲)	外気への効果 (B-外気)
Apr-17	15.4	-0.3	15.1	0.4	15.5	0.1
May-17	21.1	-1.7	19.4	-0.4	19.0	-2.1
Jun-17	22.8	-1.0	21.8	-0.8	21.0	-1.8
Jul-17	28.7	-3.9	24.8	-0.8	24.0	-4.7
Aug-17	29.4	-2.4	27.0	-1.3	25.7	-3.7
Sep-17	24.5	1.2	25.7	-0.7	25.0	0.5
Oct-17	18.2	2.3	20.5	0.9	21.4	3.2
Nov-17	12.3	2.6	14.9	2.0	16.9	4.6
Dec-17	6.4	3.1	9.5	2.8	12.3	5.9
Jan-18	4.4	2.9	7.3	2.8	10.1	5.7
Feb-18	4.8	2.4	7.2	2.1	9.3	4.5
Mar-18	11.1	0.7	11.8	1.1	12.9	1.8

図15 各計測点の月別年間平均空気温度差と効果

■ 躯体を利用した地中熱利用

地中熱を利用した空調用熱源機の高効率化には、躯体利用も行っている（図16）。本建物では、建物基礎杭と耐圧盤下に水冷媒熱交換器を敷設している（図17,18）。地中熱水冷ヒートポンプチャラーで中温水に変換して、放射空調パネルと空調送風空気の一次処理（中温コイル）に利用している。

2017年度の地中熱交換量の実績（図19）では、最大負荷計画値に対し、夏期92%、冬期83%の負荷率であったが、地中熱交換器出口温度と外気温（気象庁[大阪]）の推移比較（図20）ならびにエネルギー使用実績に基づく熱源機器効率の試算により、地中熱利用の優位性を確認することができる（図21）。

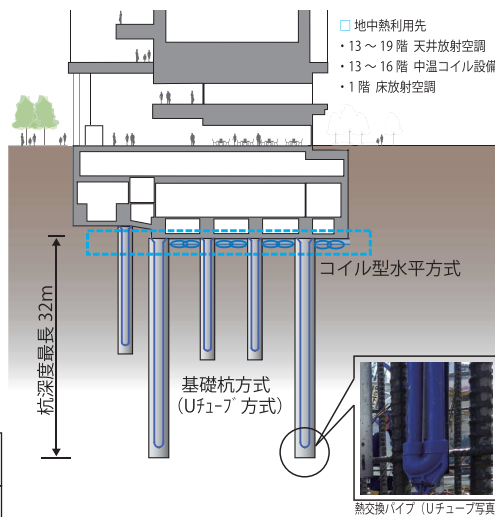


図16 地中熱利用設備

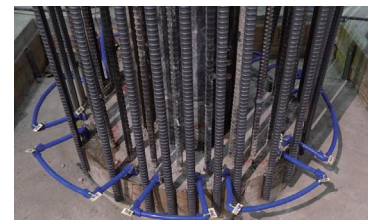


図17 基礎杭方式

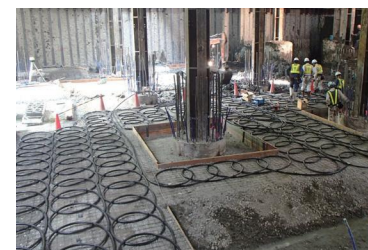


図18 コイル型水平方式

熱源機	APF 実績
地中熱水冷 HP チャラー	4.33
空冷 HP チャラー※比較対象	3.81

図21 年間 APF 実績値

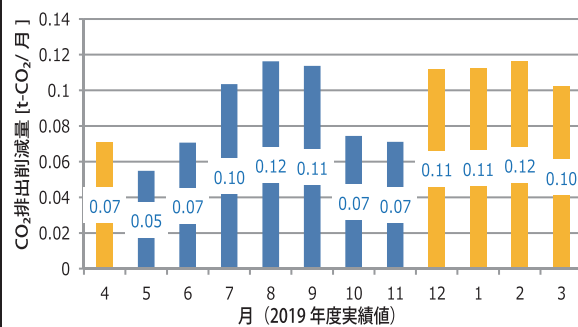


図22 地中熱水冷 HP チャラーによる CO₂削減効果

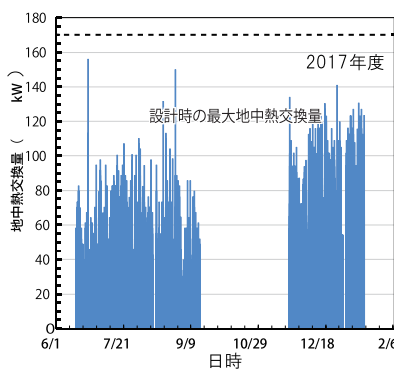


図19 地中熱交換量

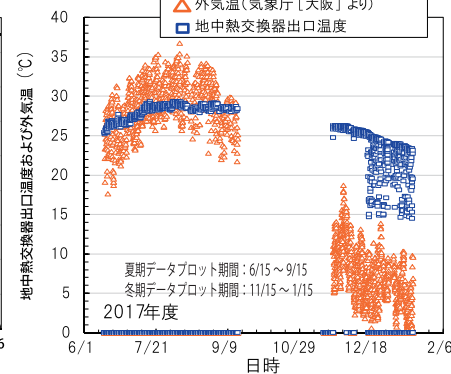


図20 地中熱交換器出口温度と外気温

業績の名称： 大阪工業大学 梅田キャンパス O I T梅田タワー

■ 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説明

常時の自然エネルギー利用と災害時の電力供給系統

日常利用の環境配慮施策である太陽光発電システムやコージェネレーションシステムを災害時に活用するサステナブル B L C P（事業生活継続計画）の構想により、災害レベルに応じた電力供給系統連系システムを構築した。

重要機器である受変電設備は、浸水被害の無い5階、12階に設けている。電力供給の冗長化は、商用電力や都市ガスなどのライフラインの途絶に備え、災害レベルに応じた3段階の電力供給を継続するためのオンサイト電源を備えている。レベル1からレベル3（非常用発電機の燃料枯渇+ガス供給停止）対応である（図22）。

マイクロコージェネレーションシステムは地震に強い中圧ガス導管から燃料供給することで電源確保の信頼性を高め、常時は発電と排熱利用の空調熱源として利用している。非常用発電機は、備蓄燃料により、避難生活に必要な電力を5日間供給するが、燃料の枯渇後は、全てのエネルギー供給が絶たれても、太陽光発電と蓄電池システムにより最低限の電力供給を行うことで建物の機能維持を可能としている。

レベル0（平常時）	
電力	商用電力・非常用発電機・コージェネ・太陽光+蓄電池（系統連系）
供給先	一般負荷・B L C P 保安負荷・防災負荷・B L C P 重要負荷
レベル1（商用電力停電）	
電力	商用電力・非常用発電機・コージェネ・太陽光+蓄電池（自立給電）
供給先	一般負荷・B L C P 保安負荷・防災負荷・B L C P 重要負荷
レベル2（非常用発電機の燃料枯渇）	
電力	商用電力・非常用発電機・コージェネ・太陽光+蓄電池（自立給電）
供給先	一般負荷・B L C P 保安負荷・防災負荷・B L C P 重要負荷
レベル3（非常用発電機の燃料枯渇+ガス供給停止）	
電力	商用電力・非常用発電機・コージェネ・太陽光+蓄電池（自立給電）
供給先	一般負荷・B L C P 保安負荷・防災負荷・B L C P 重要負荷

図22 各レベルの電力系統連系について

最小CO₂運轉制御

熱源機器の台数制御や冷温水の可変流量制御、温湿度制御、CO₂濃度による外気導入量制御、外気冷暖房制御等を用いた省エネルギー制御を行っている。

エネルギー収支バランスを計算し、「創」・「蓄」・「省」エネルギー機器を最適にマネジメントコントロールを行うとともに、空調熱源機器群は、EMSからの運轉指令により、高効率熱源群や地中熱・排熱利用の最適化アルゴリズムに基づく計画の作成と実行による最小CO₂運轉制御技術を採用することで、CO₂排出量を削減している（図23）。

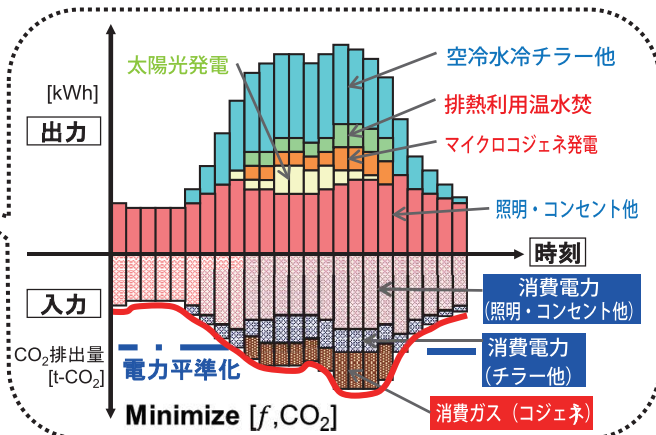
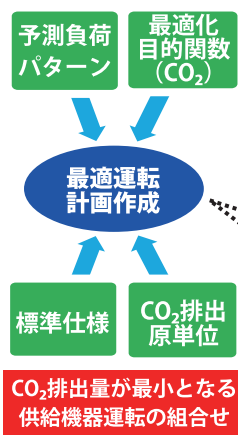


図23 熱源群と熱利用による最小CO₂運轉制御

一次エネルギーの評価

■ 一次エネルギー消費量の推移

先進技術の計画は、多機能ダブルスキンの空気の流れや熱利用、自然換気ターミナルユニットなど設計時のシミュレーションに加え、施工段階では部分的な内部空間のモックアップによる技術検証を行った。建物の使用開始後は、B E M S記録データ確認や現地計測により効果検証等を実施している。設計段階にはB E I計算に基づく基準建物の一次エネルギー消費量を基準とし約30%の低減を計画した。建物使用開始から3年間の一次エネルギー消費量とCO₂排出量実績の推移を示す（図24・図25）。

2019年では、一次エネルギー消費量を32.1%の低減を達成している。（図24・図26）

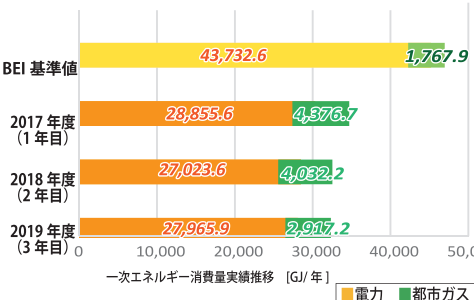


図24 一次エネルギーの消費量の推移

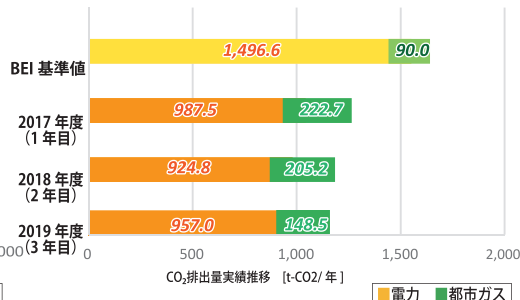


図25 CO₂排出量実績の推移

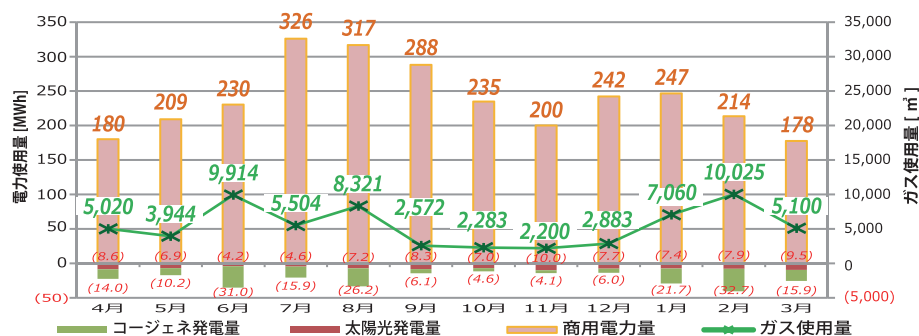


図26 2019年度 エネルギー使用量実績値