

カーボンニュートラル賞

受賞名称

第6回カーボンニュートラル大賞選考委員会「選考委員特別賞」、カーボンニュートラル賞 関東支部

カーボンニュートラル賞選考支部名称

第6回カーボンニュートラル大賞選考委員会、カーボンニュートラル賞選考委員会 関東支部

業績の名称

竹中工務店東関東支店 実用ビルのZEB化改修

所在地

千葉県千葉市中央区中央港1-16-1

応募に係わる建築設備士の関与

株式会社竹中工務店 田中 宏治

応募者又は応募機関

代表応募者・機関	株式会社竹中工務店		
建築主	株式会社竹中工務店		
設計者	株式会社竹中工務店 東京本店		
施工者	株式会社竹中工務店 東京本店		
建物管理者	株式会社アサヒファシリティズ		
建物利用者	株式会社竹中工務店 東関東支店		
延床面積	1,318.11	m ²	
階数	地上2階	地下-階	塔屋-階
主用途	事務所		
竣工年月日	2016年3月		

カーボンニュートラル大賞委員長講評

本物件は、CO2削減率が103%と、ZEBを達成しており、今回審査対象となった物件の中で、CO2削減率は抜けた値を出している。大賞選考委員会では、この圧倒的なカーボンニュートラル化の努力、及び人の働き方に踏み込んだ「スマートな働き方」、「快適性の考え方を変える」リノベーションの努力に敬意を示し、全選考委員一致して、カーボンニュートラル特別賞を贈ることを推薦した。建物は、単に最新システムの導入、高効率機器を採用して省エネルギーを計っているのではない。均一な快適環境を作るのではなく、人の働き方を考慮し、その場に適した環境づくりを行うことで、再生可能エネルギーを利用しない省エネルギーの取り組み・工夫により、CO2削減率70%越えを達成している。また、改修時も執務者が執務を継続する「居抜き」改修で、その点も大きく評価された。

支部選考委員長講評

本建物は、最新システムの導入、高効率機器を採用して省エネルギーを行っているのではなく、働き方に踏み込んで、均一な快適環境にするのではなく、その場に適した環境づくりを行い一層のエネルギー削減を可能にしている。再生可能エネルギーを利用しない省エネルギーへの取り組み・工夫によるCO2削減率が70%を超えている点が特筆される。執務空間は、放射環境コントロール、夏場の低湿度、気流感、自然採光、自然換気等の人への快適性への配慮を十分に行い、知的生産性の向上を狙い、模索している。南東面の前面の窓の高性能ダブルスキンは、高性能ガラス、ブラインド内蔵、高断熱、自然換気ができ、室内への放射環境制御にも寄与している。省エネルギーに寄与するだけでなく、室内の快適な環境も創りだしている。その他最新省エネルギーシステム、高効率機器を多々採用している。放射空調、デシカント空調（太陽熱による再生）、LED照明、タスクアンビエント照明方式等。再生可能エネルギーである太陽光発電、太陽熱、地中熱利用等を採用しZEB化を達成している。中規模ストックビルの省エネルギー改修の好事例である。エネルギーデータがしっかり取れていて今後の省エネデータの収集・分析結果の公表を期待する。建築・設備計画による働き方改革への提案をしているように思える。Well Beingに着目し執務者の健康に配慮したワークスタイル変革の試みと、地球環境配慮（カーボンニュートラル）を実施することは親和性があり、ZEB化につながるソリューションになるというお手本であり、先進的である。郊外立地であり、小規模であり、執務者の数が少ない自社オフィスを自社（スーパーゼネコン）の広告塔に改修した、という印象はあるが「スマートな働き方」「快適性の考え方を変える」をリノベーションのコンセプトに掲げ、徹底した省エネルギー対策を実施し、少しの再生可能エネルギー利用でカーボンニュートラルを達成したことを高く評価する。カーボンニュートラル賞にふさわしい業績である。省エネデータのみならずスマートな働き方の成果（知的生産性）についても公表していただくことを期待する。

関与した建築設備士の言葉

本計画は千葉市にある実際に営業・稼働している竹中工務店の支店を、快適性・知的生産性を両立させながら、ネットZEB化さらにはプラスエネルギービルを目指し、改修したプロジェクトです。本格的な外装の高断熱化、自然エネルギーを最大限活用したパッシブ化、きめ細かな環境制御技術とワークスタイルの変革によって、年間エネルギー消費量は空調・換気、照明に加えてコンセントを含めた建物全体で403MJ/m²・年となり、改修前に比べて70%以上削減されました。太陽光発電による創エネルギーは、417MJ/m²・年となり、消費エネルギーを上回り、プラスエネルギービルを達成しています。エネルギーが最小化されたことで、災害時にインフラがダウンしても建物の機能を維持する稼働時間が長くなり、BCP性能も大幅な向上を図っています。

(田中 宏治 : 株式会社竹中工務店)

業績の名称： 竹中工務店東関東支店 実用ビルのZEB化改修

■ 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

1. 業績の概要

本計画は、千葉市にある現在営業・稼働している竹中工務店の支店を、改修により快適性と知的生産性を両立しながらZEB化・カーボンニュートラル化を目指したプロジェクトである。計画立案に当たっては、新しいワークスタイルの提案や、パッシブを中心とした各種省エネ・省CO₂技術を導入するとともに、快適性の向上や災害時に備えたBCP性能の向上など、更なる付加価値を追求し、国内初の居ながら改修によるZEB化・カーボンニュートラル化を達成したため、その取り組みについて報告する。

全体コンセプト

ZEB化・カーボンニュートラル化にあたっては下記の4つのコンセプトを掲げ、導入技術の検討を行った。コンセプト毎に採用した技術を下記に示す。

(1) 快適性の考え方を考える

オフィス内を一律の温度・湿度に保つだけでなく、採光や通風の最大利用、自然の変化の可感、放射環境や低湿度、気流感など、多様な環境要素を組合せることによって快適性の幅を広げ、同時に熱負荷の大幅な削減を図る。

(2) スーパー省エネルギーへ

外装において高断熱化やダブルスキニング、日射遮蔽性能強化の改修を行い、システム計画ではLED照明、放射空調、デシカント空調、地中熱利用、太陽熱利用等の先端技術を導入した。さらに最適制御を行い、化石燃料によるエネルギー消費を最小化する。

(3) スマートな働き方

オフィスレイアウトを変革し、ワーカーそれぞれがワークごとに選択可能な場を用意する。場所ごとの環境設定を可変とすることで、知的生産性の向上と省エネルギーを両立させる。また共有エリアの事務機器や情報機器のシェアリングにより、コンセントのエネルギー消費量を大幅に削減する。

(4) 災害にも強くなる

上記の対策を行うことで、少ないエネルギーで建物を稼働できるようになり、災害時にライフラインが途絶しても太陽光発電、蓄電池の活用によりオフィスとしての機能を長く維持でき、BCP機能を向上する。

コンセプトと採用技術

快適性の考え方を考える	スーパー省エネルギーへ
1.自然採光による最適な光環境 2.外付ブラインドの自動開閉制御 3.自然換気口の自動開閉制御 4.パーソナル気流ユニット 5.デシカント空調による低湿度化 6.トップライトからの自然採光	1.天井照射型LED照明 2.高断熱ガラスへの取り換えによる断熱強化 外付ブラインドによる日射遮蔽/採光の自動制御 既存サッシの断熱強化、ダブルスキニング 3.放射空調 4.地中熱利用 5.太陽熱利用
スマートな働き方	災害にも強くなる
1.コミュニケーションエリア 2.機器の共有化によるコンセント負荷等の削減 3.ワークスペース ウェアラブル端末を利用したウェルネス制御	1.太陽光発電パネル 2.太陽熱集熱パネル 3.リユース型/ナウムイオン蓄電池

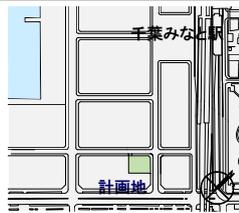


ZEB化の概念図

2. 建築概要



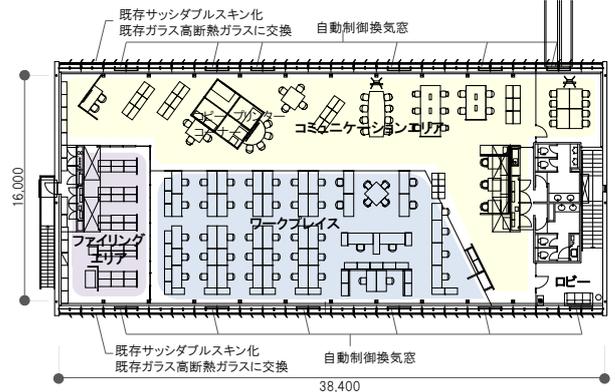
外観写真



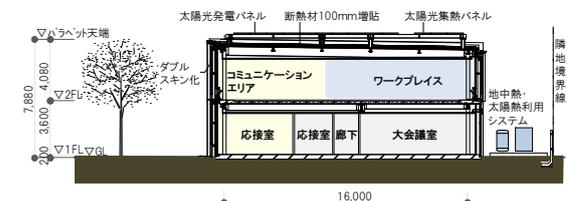
計画地

建築・設備概要

所在地	千葉県千葉市	主方位	南東・北西
既存竣工年	2003年11月	外装	ガラスカーテンウォール
敷地面積	1432.02㎡	階構成	1階:事務室・会議室等 2階:事務室
建築面積	679.52㎡	利用人員	約40人(2階事務室)
延床面積	1318.11㎡	電力引込	高圧6,600V
階数	地上2階	ガス引込	なし
構造	S造、RC造	改修工期	2015年10月 ~2016年3月(6か月)
用途	事務所		
最高高さ	8.105m		



2階平面図(S≒1/500)



断面図(S≒1/500)

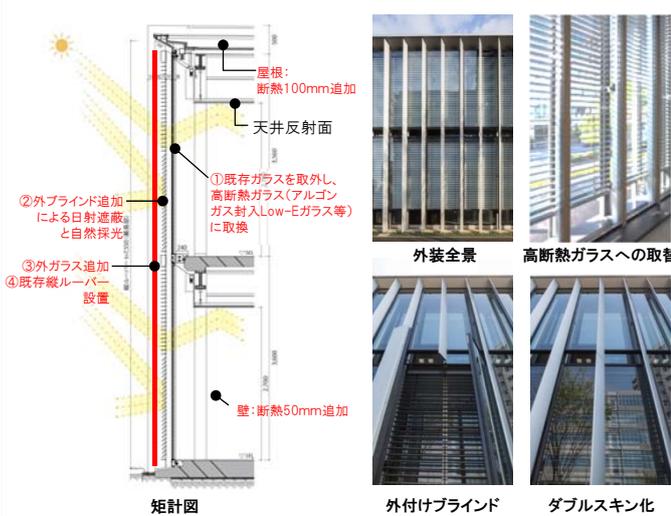
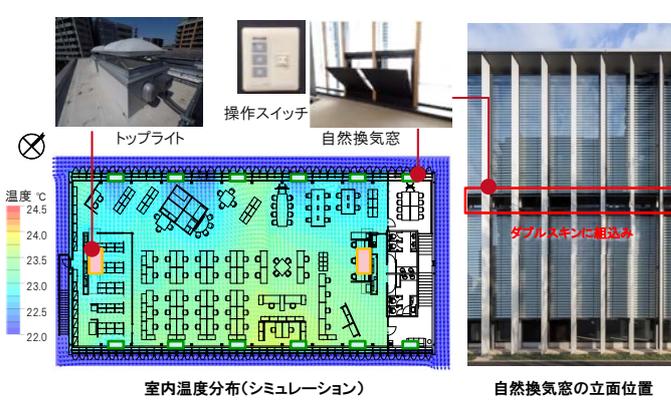
【電気設備】		
受電方式	高圧6,600V	
照明方式	タスク・アンビエント方式	アンビエント照度:300Lx
照明制御	人検知+昼光制御	サーマル人感センサー利用
発電設備	太陽光発電設備:40kW	屋上に設置
蓄電池設備	リユース型Liイオン電池	144kWh
【空調設備】		
空調方式	潜熱分離空調方式	放射パネル+小型デシカント+パーソナルファン
熱源設備	地中熱直接利用システム	採熱した冷水を直送
	地中熱HPチャラー	冷却:26.5kW 加熱:28kW
	空冷HPチャラー	冷却:40kW 加熱:40kW
	空冷HPチャラー(高温)	加熱:14kW
地中熱採熱坑	クローズドループ方式	67m×10本
太陽熱集熱装置	設置面積:34㎡	屋上に設置

業績の名称： 竹中工務店東関東支店 実用ビルのZEB化改修

■ 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

3. 省エネルギーへの取り組み・工夫

省エネルギーへの取り組みとして外装のダブルスキン化による熱負荷の削減、自然換気の導入、自然採光を最大限活用した照明への改修、ワークスタイルの変革、ウェルネス制御の開発と実施を行った。

外装のダブルスキン化	自然換気
<p>ダブルスキンの熱貫流率U_w(ガラス+サッシュ)$=1.1W/m^2/K$、日射熱取得率$=0.08$を実測により確認し、建物全体の断熱性を高めることでペリメータ負荷を大きく削減し、年間を通じて窓廻りでも温度差の少ない快適な室内環境を実現した。</p>  <p>①既存ガラスを外し、高断熱ガラス(アルゴンガス封入Low-Eガラス等)に取換</p> <p>②外ブラインド追加による日射遮蔽と自然採光</p> <p>③外ガラス追加</p> <p>④既存緩ルーパー設置</p> <p>屋根:断熱100mm追加</p> <p>天井反射面</p> <p>壁:断熱50mm追加</p> <p>外装全景</p> <p>高断熱ガラスへの取替</p> <p>外付けブラインド</p> <p>ダブルスキン化</p> <p>矩計図</p>	<p>自然換気窓を新設し、既存トップライトを電動開閉できるように改造を加えた。壁面の換気窓からトップライトへの風の流れを形成し、自然換気風量および利用時間の最大化を図った。</p> <p>中間期の執務時間帯の40~60%で自然換気を運用し、換気回数は10回/h以上を実現した。1年間の運用実績では自然換気による処理熱量は42GJであり、これは空調消費エネルギー量の17%に相当する。CO₂換算すると1.85t-CO₂の削減となった。</p>  <p>トップライト</p> <p>操作スイッチ</p> <p>自然換気窓</p> <p>室内温度分布(シミュレーション)</p> <p>自然換気窓の立面位置</p>

自然採光を活かした照明

自動制御外ブラインドによる自然採光を最大限活用する照明計画とした。アンビエント照度は300lxとし、天井面の明るさ感を確保するため、照明器具の光源を天井面より下げた天井照射型LEDを採用した。照明制御は明るさセンサー付きのサーマル人感センサーを設置し、明るさ+在不在による調光制御を行っている。

曇天時の照明消費電力:2.2W/m²、晴天時の照明消費電力:1.7W/m²を実現し、晴天日における照明消費電力は改修前に比べ84%削減した。

視環境についてはオフィスの推奨平均NB値(明るさ感)である6~7.5を概ね満足しており、良好な視環境であることを確認した。



自動制御ブラインドで自然光を適切に制御

ブラインド水平

ブラインド開放

アンビエント照明

LED照明にセンサーを組込

タスク照明

調光・調色可能

人感センサー内蔵

照明制御概念図

①在席エリア アンビエント300lx

②不在エリア (隣接エリア在席) アンビエント200lx

③不在エリア (隣接エリア不在) アンビエント100lx

ワークスタイルの変革

均質なユニバーサルオフィスを見直し、ワークプレイス、コミュニケーションエリア、ファイリングエリアの3つのエリアに分け、各エリアの特性に応じた環境設定と運用制御を行った。また同時にペーパーレス化を推進することでコピー機の台数を削減するなど、従来の働き方を変革することによりコンセント消費電力の削減も実施した。



ファイリングエリア
オフィスの書類をここで一元管理。利用者の滞在時間が短いため、非空調エリアとしている。
人が入ったときのみの照明・空調

コミュニケーションエリア
眺めや角度、向き合い方、場所毎に個性のある変化をつけ多様なコミュニケーションが行われる。OA機器もここに集約されている。
場所を選んで仕事や打合せ
アンビエントな環境で人が居るところに対応
自然採光、自然換気を積極利用

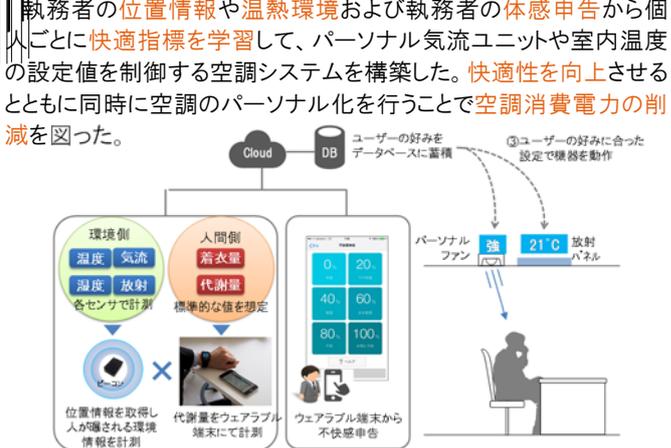
ワークプレイス
デスクワークに集中するエリア。照明や空調が個人毎に制御され各個人にあった環境が作られる。

ワークプレイスの考え方

居住者それぞれに、きめ細かく照明、空調、吹出し、タスク等が対応
吹出口やタスクライトは個別調整可能

ウェルネス制御

執務者の位置情報や温熱環境および執務者の体感申告から個人ごとに快適指標を学習して、パーソナル気流ユニットや室内温度の設定値を制御する空調システムを構築した。快適性を向上させるとともに同時に空調のパーソナル化を行うことで空調消費電力の削減を図った。



Cloud

DB

ユーザーの好みをデータベースに蓄積

③ユーザーの好みに合った設定で機器を動作

環境側

温度 気流 湿度 放射 各センサーで計測

人間側

着衣量 代謝量 標準的な値を想定

位置情報取得し人が曝される環境情報を計測

代謝量をウェアラブル端末にて計測

ウェアラブル端末から不快感申告

パーソナルファン

21°C

放射パネル

①環境情報の取得

②ユーザーの申告

ウェルネス制御の概念図

業績の名称： 竹中工務店東関東支店 実用ビルのZEB化改修

■ 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

4. 再生可能エネルギー利用・工夫

再生可能エネルギーの利用および工夫として、地中熱および太陽熱を最大限活用した熱源、パッケージ空調から放射空調とデシカント外調機による潜顕熱分離空調への転換、太陽光発電設備の導入とエネルギーマネジメントを実施した。これらの取り組みを通じた年間エネルギー収支については、次頁にて報告する。

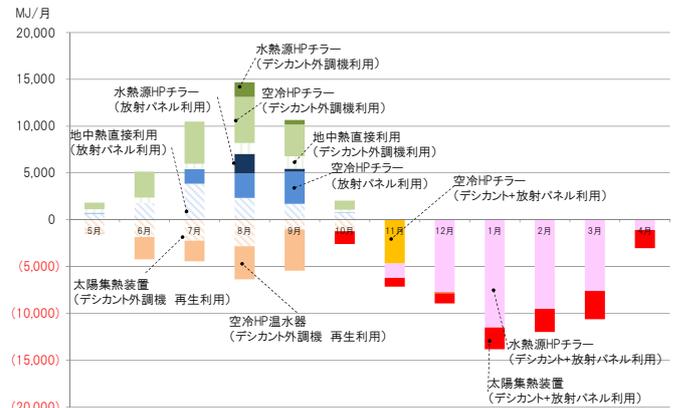
地中熱・太陽熱利用熱源設備

地中熱利用システムおよび太陽熱集熱パネルを導入し、再生可能エネルギーを最大限活用する空調システムを構築した。

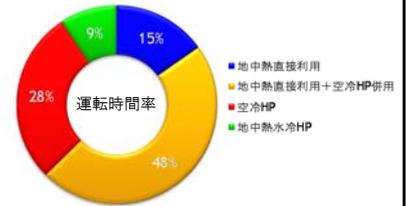
地中熱利用設備は深さ67mのクローズドループ型の地中熱交換杭を10本新設した。採熱した水は冷房時の天井放射パネルへの直接利用とヒートポンプの熱源水としての間接利用を切り替えて利用している。直接利用時はチラー等を動かすことなく、ポンプ動力のみでの冷房運転が可能としている。

太陽熱集熱装置は昇温効果の高い真空管二重ガラス方式の太陽集熱器を屋根面に設置し、夏期はデシカント外調機の再生熱として、冬期は暖房熱源として利用している。

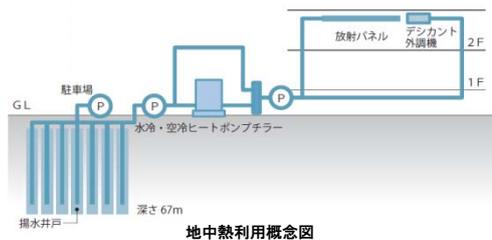
地中熱直接利用システムは冷房運転期間の63%で運用された。太陽熱集熱装置は各季節の必要温熱量に対して、中間期100%、夏期43%、冬期21%の熱量を賄うことができた。



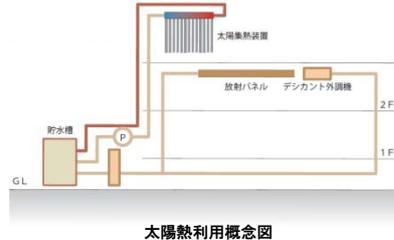
利用熱源別熱量実績(2016/5~2017/3)



冷房運転モード運転時間率 (2016.5~2017.3)



地中熱利用概念図



太陽熱利用概念図

放射空調とデシカント外調機による潜顕熱分離空調

地中熱・太陽熱利用システムによって得られた再生可能エネルギーを効率よく利用するため、室内温度に近い中温の地中熱の直接利用や、太陽熱の冷房への利用拡大が可能な潜熱・顕熱分離空調方式を採用した。外気処理と室内の潜熱処理には天井内に設置可能な小型のデシカント外調機を開発・採用した。

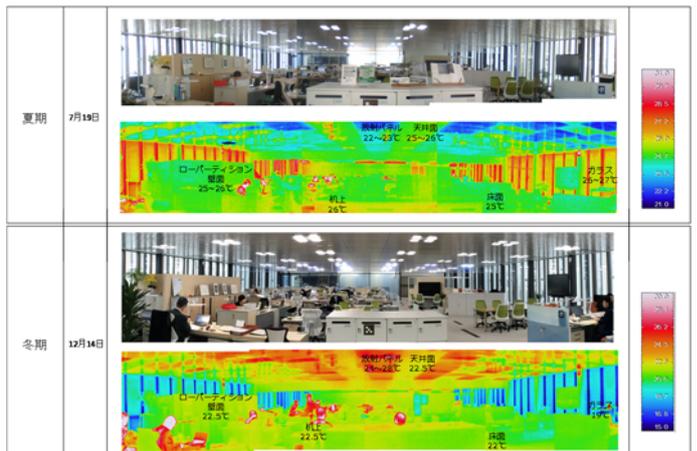
夏期は設定室温27℃に対して室内表面温度は壁・床26℃、天井24~26℃、窓29℃程度であり、冬期は天井および壁面表面温度は設定室温と同様の22℃~24℃で推移している。良好な放射環境を形成しており、再生可能エネルギーを有効利用しながら快適な室内環境を同時に実現している



放射パネル

開発したデシカント外調機

夏期および冬期の熱画像



太陽光発電設備とエネルギーマネジメント

発電設備として屋上に太陽光発電パネルを40kW敷設した。発電した電力は蓄電池で充放電しながら、余剰電力は商用系統へ逆潮している。また実験的に発電した電力のサイト内消費率を高めるためのエネルギーマネジメントを行い、将来的なエネルギーの地産地消による省CO₂化に向けた取り組みを実施した。

災害時には太陽光発電と蓄電池を利用し自立運転でのBCP対応を可能とした。ZEB化により建物の消費電力が最小化し、同じ蓄電池容量であっても従来建物よりも長時間の運用が可能である。



エネルギーマネジメントシステム i.SEM®
バッテリーにはリユースバッテリーを採用

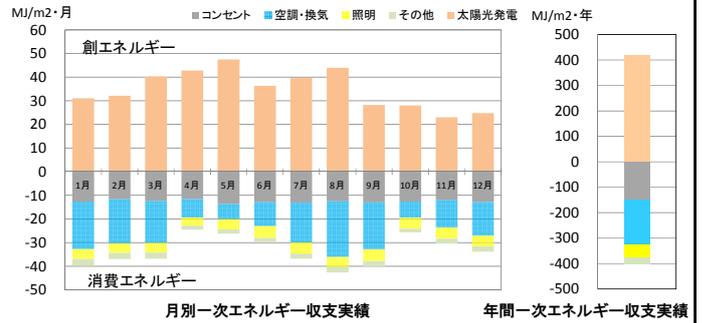
エネルギーマネジメントシステム概念図

業績の名称： 竹中工務店東関東支店 実用ビルのZEB化改修

■ 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

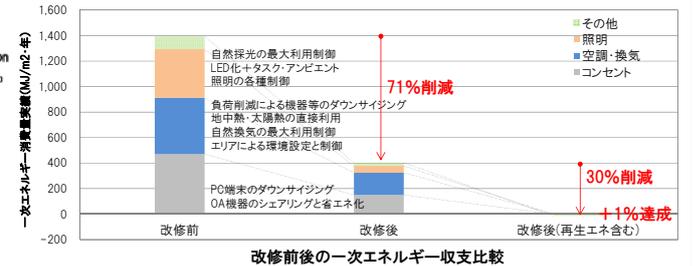
エネルギー収支実績

竣工後1年間の年間一次エネルギー消費量は空調・照明・その他にコンセントを加えた建物全体で**改修前に比べて71%削減**となり、403MJ/(㎡・年)となった。発電量は417MJ/(㎡・年)となり、実際に使用しているオフィスでエネルギー生成量がエネルギー消費量を上回り、**ネットZEB化およびカーボンニュートラル化を達成した**。再生可能エネルギーである地中熱や太陽熱利用を含めた**CO₂削減率は、参照建物比で103%削減**となった。



BELS認証を取得 CASBEE自主評価結果(2016新築版)

- ・WEBプログラム(2016年)による太陽光発電を含まない**計算値BEIは0.44**(基準値はコンセント消費を除いた1,403MJ/m²・年)
- ・WEBプログラム(2016年)による太陽光発電を含む**計算値BEIは0.15**
→ **Nearly ZEB認証取得**
- ・コンセント消費量を含めた**実績値BEIは0.29**、太陽光発電Δ0.30で Net ZEBを達成(既存実績1,400MJ/m²・年をシフト)
- ・CASBEE新築版(2016年)による自主評価で**BEE=3.7のSランク**

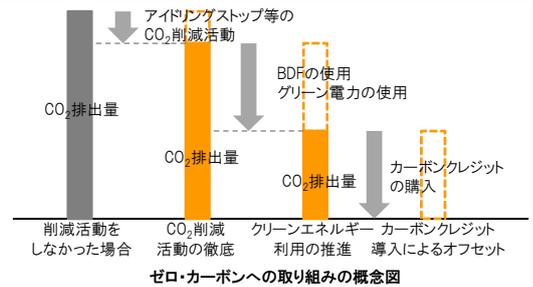


改修前後の一次エネルギー収支比較

5. カーボンクレジット

建物運用段階においてはカーボンニュートラル化したことにより、カーボンクレジットの導入は不要である。

施工時においては環境への配慮としてゼロ・エミッションおよび**ゼロ・カーボン**に取り組み、実現した。これらの取り組みが評価され、「平成28年度リデュース・リユース・リサイクル推進功労者等表彰」にて**国土交通大臣賞**を受賞した。アイドリングストップ等の省CO₂活動を推進するとともに、工事使用電力をグリーン電力とし、車両燃料をバイオディーゼル燃料としてクリーンエネルギーの利用を推進することで、CO₂排出量を削減した。排出せざるをえないCO₂については、カーボンクレジットを導入しオフセットすることで、施工時におけるゼロ・カーボンを達成した。



6. 先進性・独創性

居ながら改修による**実用オフィスのZEB・カーボンニュートラル化は国内初の取り組み**である。省エネ・省CO₂性能のみを追求するのではなく、**ウェルネス制御による執務者の快適性の向上**や**ワークスタイル変革による知的生産性の向上**と両立させた実用性のあるZEBとして、高い評価を受けている。

【採択補助金・受賞履歴】

- ・サステナブル建築物等先導事業(省CO₂先導型)
- ・NEDO戦略的省エネルギー技術革新プログラム(小型デシカント外調機の開発)
- ・平成28年度リデュース・リユース・リサイクル推進功労者等表彰 国土交通大臣賞
- ・千葉市都市文化賞2016 建築文化部門 優秀賞
- ・第30回日経ニューオフィス賞 ニューオフィス推進賞

7. 普及性

国土交通省調査によれば全国のストックオフィスビルのうち10,000㎡以下は98%、2,000㎡以下は83%を占めている。日本国内で相当数を占める**中小規模オフィスビルの省エネルギー化・省CO₂化**は喫緊の課題であり、普及が望まれている。

本建物ではZEBの普及に向けて**見学会や講演会**を実施し、本建物での取り組みの紹介を行っている。官公庁や学識経験者のほか、国内外問わず多くの企業にも訪問され、竣工から1年間での延べ動員人数は数千人を数えている。

また本件を通じて開発を行った**デシカント外調機**は2018年に**一般販売**を予定している。ZEBに必要な要素のひとつである潜顕熱分離空調を機械室なしで実現できる技術が一般化することで、ZEB・ひいてはカーボンニュートラル建築の更なる普及に貢献できると考える。



見学会の様子

8. 今後の取り組み

実運用でのZEBを達成し、今後はさらなる省エネに向けて**運用段階における改善**を継続的に実施するとともに、**国内初の実用ZEB建物**における運用データを収集・分析し、**学会やシンポジウム等で発表**を行うことを予定している。

見学会についても継続して実施し、更なるZEBの普及に向けて取り組む。