

カーボンニュートラル賞

受賞名称

第12回カーボンニュートラル大賞、第12回カーボンニュートラル賞 中部支部

カーボンニュートラル賞選考支部名称

第12回カーボンニュートラル大賞選考委員会、第12回カーボンニュートラル賞選考委員会 中部支部

業績の名称

トヨタ紡織グローバル本社
～サステナビリティに配慮した省エネ・ウェルネスオフィス～

所在地

愛知県刈谷市豊田町1丁目1番地

応募に係わる建築設備士の関与

株式会社竹中工務店 石橋 良太郎

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	トヨタ紡織株式会社				
設計者	株式会社竹中工務店				
施工者	株式会社竹中工務店				
検証者 (空調設備)	名古屋大学 田中 英紀				
検証者 (環境心理)	名古屋大学 齋藤 輝幸				
延床面積	13,119	m ²			
階数	地上7階	地下-階	塔屋1階		
主用途	事務所				
竣工年月日	2020年5月20日				

カーボンニュートラル大賞選考委員長講評

本ビルは「サステナビリティに配慮した省エネ・ウェルネスオフィス」をコンセプトとして建設されたグローバル企業として自動車内装品を主力とするメーカーの本社屋であり、本施設は建築・設備を高度に融合させ、1万m²を超えるオフィスである。

BELS認証でBEI値0.36、実績値でNearly ZEB、さらにグリーン電力調達によるカーボンニュートラル化を実現した。ファサードデザインと日射遮蔽機能を進化させた「紡ぎ織るスクリーン」、屋上緑化や地域の杜の再興緑化と屋外テラスの利用促進、既存解体建物外壁の内装材リユース活用や再生可能建材の採用によるエンボディドカーボンの削減など建築的な取組みを進化させている。設備的には潜頭分離空調によるエネルギー利用の高効率化、太陽光発電と蓄電池によるエネルギーマネジメントによる再生可能エネルギーの有効活用、時間帯により室温を変動させて知的生産性と省エネルギーの両立を目指した取組み、各種センシングによる省エネルギー制御などを計画。これらにより大幅な運用エネルギーおよび二酸化炭素の削減を行っており、今後のサステナブル・脱炭素化社会に向け、中・大規模オフィスの好事例となる建物である。今後のオフィスの在り方の参考となる多様な試みとともに、大幅なCO₂削減を達成したことが選考委員会で評価され、カーボンニュートラル大賞にふさわしいと判断された。

支部選考委員長講評

愛知県の刈谷工場内に建設された本件は、グローバル本社、警備棟、歴史未来館、立体駐車場で構成されている。また、周辺のランドスケープを考慮し、一体的に計画された建物となっている。

屋上緑化による日射負荷の軽減、東西ルーバとエアコン室外機散水による効率化、自然採光、自動開閉給排気口による自然換気の促進、デシカント外調機と高顕熱型エアコンを用いた潜頭分離空調、太陽光パネルと蓄電池の負荷予測・デマンド制御による電力のピークカットなどの省エネルギー手法を数多く採用し、大幅なエネルギー及びCO₂削減を図っている。

さらなる新たな取り組みとして、働き方に配慮した省エネルギー・ウェルネス制御の開発と実運用検証を行い、仕事の効率化につながる執務環境の提供と省エネルギー・省CO₂を同時に実現している。

Nearly ZEBのBELS認証を取得し、実運用ではエネルギー消費量が305MJ/m²・年と、省エネ基準比75%削減を達成、水力発電由来CO₂フリー電力の全面的採用により100%カーボンニュートラルを達成している。

敷地再編による自然再興では、植栽による樹木のCO₂固定量を創出、樹木の成長により、さらなるCO₂削減を推進している。

以上のことからカーボンニュートラル賞にふさわしいと評価する。

関与した建築設備士の言葉

トヨタ紡織グローバル本社はサステナビリティに配慮しつつ、省エネルギーとウェルネスの向上をもとに実現するオフィスを目指して計画しました。自然との共生により負荷を低減するサステナブルデザインとし、人感センサと連動させた照明・空調・換気制御、執務者の生活リズムに合わせた室温変動制御で省エネルギーとウェルネスの両立を図りました。また、太陽光発電と蓄電池によるスマートエネルギーマネジメントや既存外壁の移設・復元によるエンボディッドカーボン抑制にも取り組んでいます。1万㎡を越えるオフィスとして実績値でNearly ZEB、グリーン電力調達によるカーボンニュートラル化を実現し、各種ウェルネス調査においても高い評価が得られました。

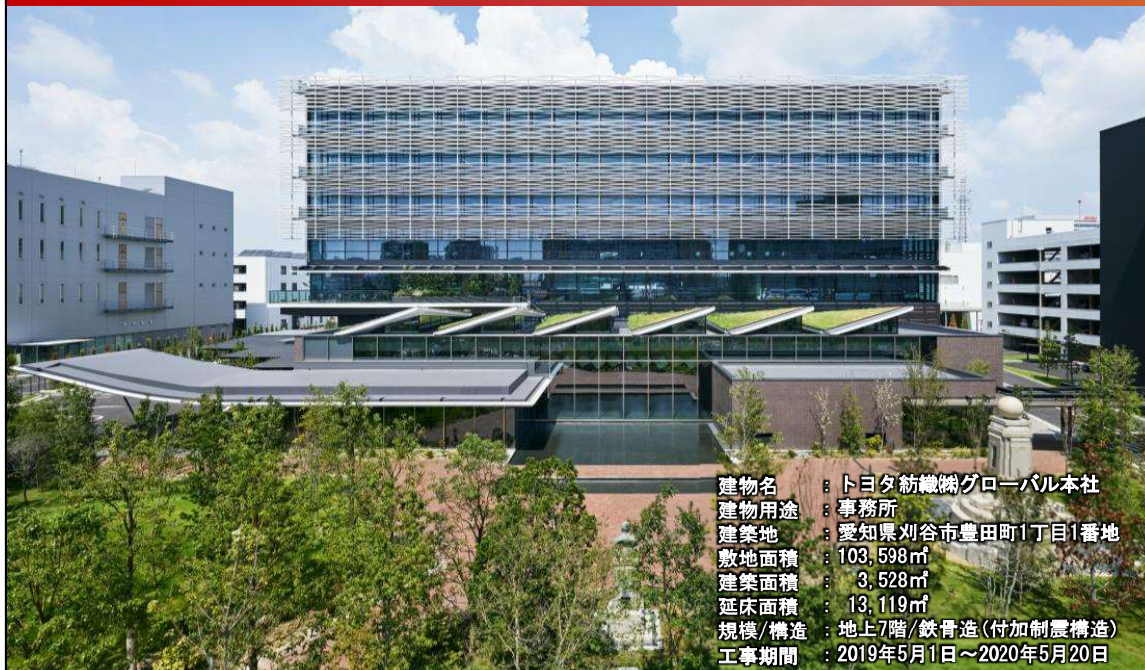
最後に、審査にご尽力いただいた関係者の皆様、ならびに本プロジェクトの関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。

(石橋 良太郎 : 株式会社竹中工務店)

業績の名称: トヨタ紡織グローバル本社 ~サステナビリティに配慮した省エネ・ウェルネスオフィス~

■ 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. 次世代へ紡ぐ、サステナビリティに配慮した省エネ・ウェルネスオフィス 計画概要



建物名 : トヨタ紡織グローバル本社
 建物用途 : 事務所
 建築地 : 愛知県刈谷市豊田町1丁目1番地
 敷地面積 : 103,598㎡
 建築面積 : 3,528㎡
 延床面積 : 13,119㎡
 規模/構造 : 地上7階/鉄骨造(付加制震構造)
 工事期間 : 2019年5月1日~2020年5月20日



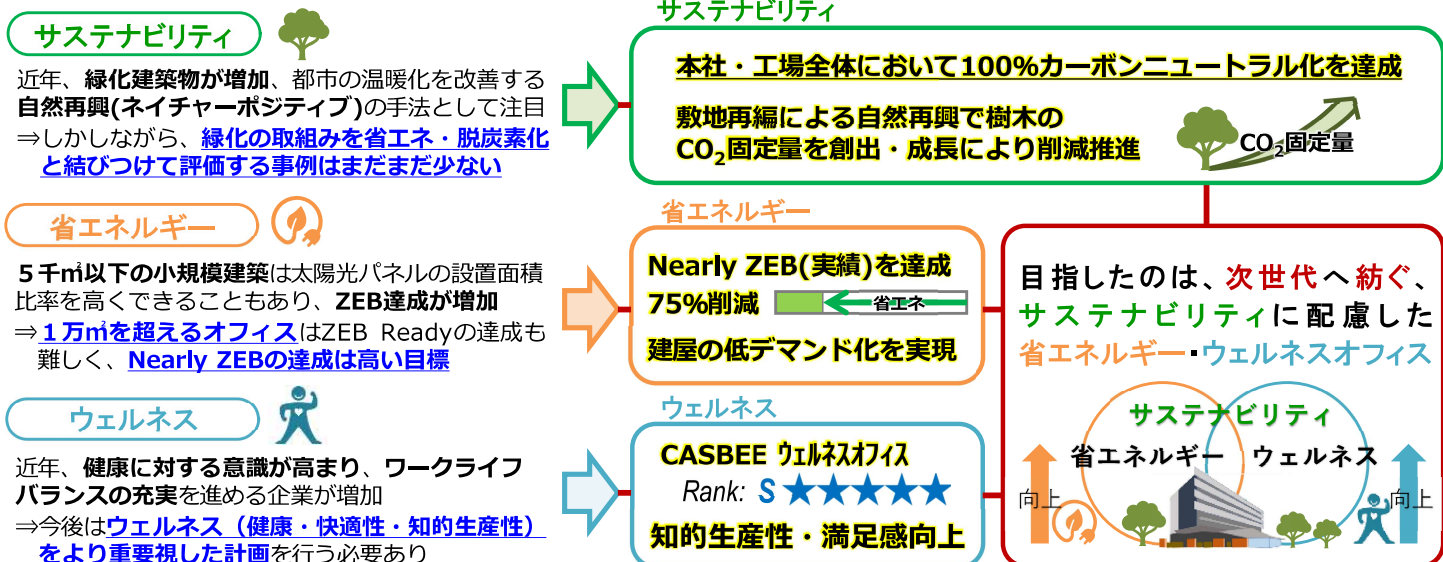
7階・7を昇化する光の渦「COCOON」

オフィス南面 紡ぎ織るスクリーン

エントランスホール
ファブリックスクリーンによる自然採光

1.1 背景 トヨタ紡織グローバル社は豊田佐吉が創業し、グローバル企業として自動車内装品を主力とするメーカーの本社屋である。本プロジェクトでは、トヨタ紡織の創業100周年を機に愛知県の刈谷工場内にグローバル本社、警備棟、歴史未来館、立体駐車場を建設し、周辺のランドスケープを一体的に整備した。グローバル企業にふさわしい新本社の建設、街に開いて人を呼び込む外構再編、省エネ・ウェルネスに配慮した社員の生き生きとしたワークスペース構築、スマートエネルギーマネジメントとCO₂排出抑制を行うことで、成長戦略を図りつつ、**カーボンニュートラル化を実現**している。

1.2 計画にあたって取り組んだ課題と成果



1.3 プロジェクトの特徴

- 特徴①** 主効果 **自然との共生を実現するサステナブルデザイン**
- 特徴②** **働き方に配慮した省エネルギー・ウェルネス制御の開発**
- 特徴③** **スマートエネルギーマネジメントとCO₂排出抑制への取組み**



図1 環境コンセプト図 **BPI値 (PAL*設計値/基準値) 0.63の高い外壁性能を確保**

2. 自然との共生を実現するサステナブルデザイン

特徴①

2.1 街に開き、人を招き入れる自然再興「刈谷の杜」

創業の地である計画地は、生産拠点として工場が建ち並び、物流動線や駐車場といった「車やモノ」を中心とし、セキュリティと安全性によって「街に閉じた場」となっていた。そこで、工場群の中央であるグローバル本社の前面に地域のランドマークとなっていた豊かな既存樹木をベースに「刈谷の杜(もり)」を自然再興し、敷地境界からセキュリティラインを後退させて街に開くことで、閉鎖的な工場のイメージを「人」を中心とする「街に開いた場」とした(図2)。

Before : セキュリティにより閉じた場



After : 杜をつくり街に開いた場



図2 街に対する敷地計画

トヨタ紡織は世界中で森づくり活動を進めており、2050年に132万本植樹を目標として、各地域で植樹活動を推進している(2022年には累計65万本植樹を達成、図3)。グローバル本社における「杜」は世界中で森づくり活動を進める社員を結びつける象徴となっている。本計画における外構緑化面積は計8,185㎡、屋上緑化面積は576㎡(2F:472㎡,最上階中庭:104㎡)であり、外構緑化指数は52.2%、建物緑化指数は16.2%と高い緑化比率となっている。



2022年に
累計65万本
植樹を達成



中国内モンゴル
地区の事例
Before



緑を紡ぐ
グローバル活動
After

図3 植樹活動

2.2 屋上緑化併用ハイサイドライトと水盤の雨水利用

- ・ エントランスホールはノコギリ屋根の屋上緑化を行い、上部からの日射負荷を低減 + 2Fテラス利用者の癒しを演出
- ・ ハイサイドライトからの自然採光をファブリックスクリーンにより効果的に拡散
- ・ エントランスホール周辺に水盤と雨水貯留槽を設置し、屋上緑化の散水に利用することで水資源を再利用



図4 屋上緑化併用ハイサイドライト・水盤の雨水利用

2.4 東西ルーバーと室外機散水による高効率化

- ・ エアコン室外機を東西ルーバー(開口率70%)内部の窪んだ空間に配置。夏期は直射日光を避け、冬期は外風を防ぎ、エアコン室外機の性能を高く維持
- ・ 夏期に外気温が30℃以上となった場合には、室外機へ散水を行い、エアコンの消費電力を15%程度削減。気化熱冷却により周囲温度を下げる効果もあり
- ・ 実測より、室外機置場は外気温に対し、夏期-1~-2.5℃、冬期+0.5~+2℃の好環境でエアコンを高効率運転

2.3 紡ぎ織るスクリーンによる採光コントロールと眺望確保

- ・ 眺望を確保しながら、日射・採光をコントロールする技術として、「紡ぎ織るスクリーン」を開発
- ・ スクリーンは縦の鋼材と横の湾曲した鋼材が、縦と横の糸を紡ぎ合わせ、重なり合うイメージで構成。繊維製品を製造する企業のアイデンティティを示しつつ環境負荷低減
- ・ コンピューショナルデザインソフトによる形状検討 ⇒ 高い日射遮蔽性能(ピーク負荷を約67%削減)を実現

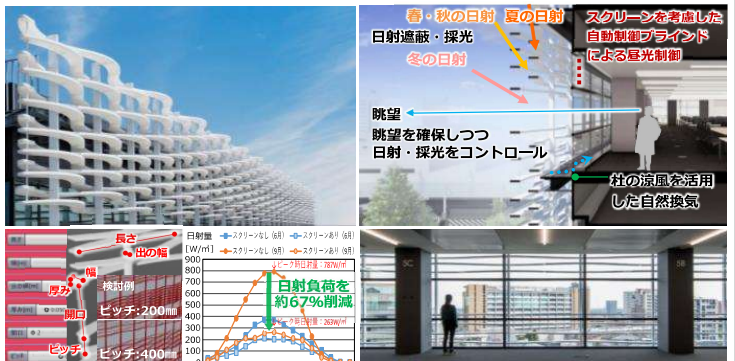


図5 紡ぎ織るスクリーン

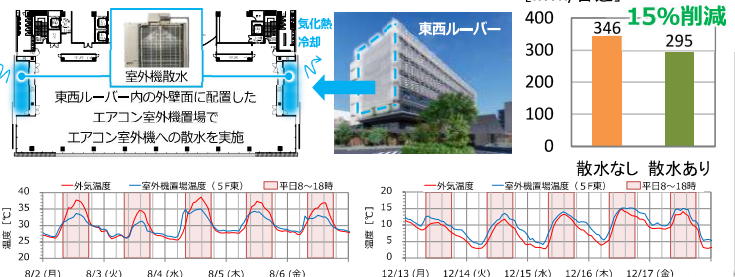


図6 東西ルーバーとエアコン室外機散水

2.5 曲面吹抜階段による自然採光・自然換気

- ・ 2~6Fをつなぐ吹抜は、曲面形状の壁面により、北面からの自然採光を室内へ届ける
- ・ 吹抜は「杜」からの涼やかな風の通り道となり、屋上・執務室の自動開閉機能を持った給排気開口の自然換気を促進



図7 曲面吹抜の自然採光・換気

2.6 地中熱・外気切替利用によるカーボンニュートラル化

- ・ エントランスホールへの外気供給にクール&ヒートトレンチによる地中熱利用を計画
- ・ クール&ヒートトレンチと直接取入外気導入のうち温度とエンタルピから条件のよい方を自動選択して給気

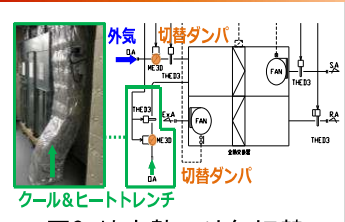


図8 地中熱・外気切替

3. 働き方に配慮した省エネルギー・ウェルネス制御の開発

特徴②

3.1 照明・空調・換気の省エネ・ウェルネス制御

執務室には生体リズムに合わせて照明を調光・調色制御するウェルネス照明制御を採用した。始業時は色温度5,000K(昼白色)・500~750lxとして覚醒による業務の効率化を図り、終業時からは色温度3,000K(電球色)・300~500lxとして照明電力を削減するとともに、残業抑制・ライフスタイルの改善を狙った(図9(a))。

また、**人感・照度センサ制御**を全面的に実施した。センサ区分を71エリアに分割し、人感センサによる不在を一定時間感知したエリアは照度を10%に絞る照明制御を行い、室内状況に合わせて効果的な省エネ運転を行っている。さらに、窓際には明るさセンサを設置し、窓際器具の出力調整を行っている(図9(b))。

天井面には**空気式放射パネル**を設置し、天井内の隠蔽型エアコンにより放射パネルから微風速で室内に吹出し、室負荷を処理する。屋上には**ヒートポンプ式排熱回収型デシカント外調機**を設置し、調温・調湿した新鮮外気を床面のファン付床吹出口から供給する。デシカント外調機と高熱型エアコンを用いた潜顕分離空調により、省エネ運転を行い、放射空調を用いたドラフト感のない空間を形成している(図9(c))。

人の在・不在をセンサで検知し、空調・換気と連動したエリア制御を計画した。**人感センサによる空調・換気制御**エリアを16エリア/フロアに分割し、各エリアの在・不在、勤務時間内・外に合わせて、エアコン設定が通常・2℃シフト・送風モードのいずれかになるように設定可能とした。これにより、内部負荷に追従した**効果的な省エネ運転**を実現した。また、デシカント外調機の吹出は各階2系統のVAV(西・東)でCO₂センサによる風量制御を行っている。吹出口は人感センサと連動し、ファン付床吹出口を在室検知エリアに対して、自動運転(風量3段階と停止)させ、在室エリアに優先的に新鮮外気を供給し、**知的生産性の向上につながる計画**とした(図9(d),図10)。

3.2 ウェルネス室温変動制御の開発と実運用検証

オフィス執務者の1日の生活リズムに欠かせない朝の出勤、昼食、夕方以降の残業・終業という観点から、**朝・昼・夕方の室温を変化させる「ウェルネス室温変動制御」**を開発した(図11,図12)。この採用に際して被験者実験をもとに、生理・心理・作業効率への影響を事前に検証した後(図13)、本オフィスにて実運用検証を行った。実証では、ウェルネス室温変動制御を実施する週と実施しない週を設定し、アンケート調査とともに運用状況を確認した。

「仕事を効率的に行える温熱環境だったか」についての回答結果(冷房期)より、室温変動の有無によりt検定で有意差が生じた。思う側の回答が「室温変動なし」では36%であったのに対し「室温変動あり」では50%となり、評価は大きく向上した(図14)。これより、室温変動を行った温熱環境が、主観評価で**仕事の効率化につながる執務環境**を提供できることを確認した。

1日の空調消費電力は「室温変動あり」の場合に空調のピーク時間帯をずらし、朝方と昼食後に運転した蓄冷効果を活用した空調運転ができており、執務者による個別の設定変更も抑制されていた(図15)。「室温変動あり」の条件で週平均の空調消費電力量は削減し、17時以降の照明消費電力量が減り、残業時間が減少する結果となった(図16)。

3.3 屋外利用促進・空気質の見える化システム

オフィスの屋内外に多様なワークスペース・リフレッシュスペースを設け、執務者の選択の幅を広げることは、知的生産性の向上につながるといわれている。そこで、本オフィスでは、屋上緑化と「刈谷の杜」が見える2Fバルコニーに屋外テラスを設け、**屋外利用の促進**を図った(図17)。屋外利用を促進するため、各種センサ計測により**屋内外の温熱環境と空気質をサイネージ表示**している。これにより打合せやアイディア出し、気分転換などに積極的に屋外スペースを利用する新しいワークスタイルの提供を目指した。

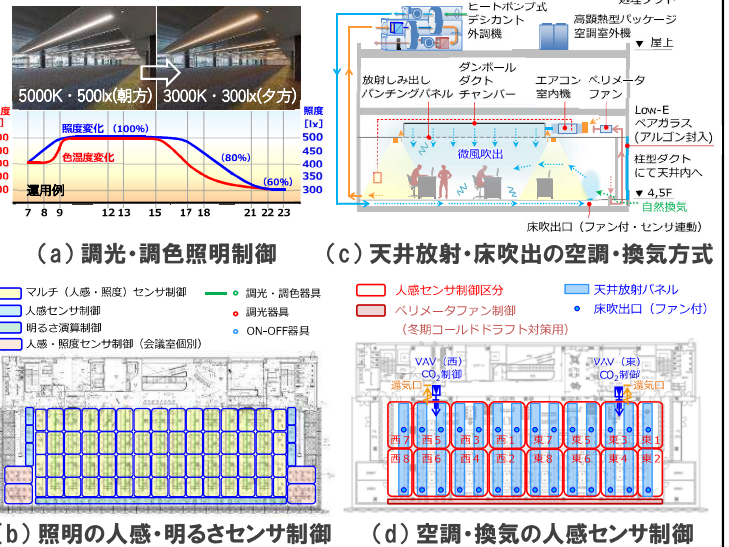


図9 照明・空調・換気の省エネルギー・ウェルネス制御

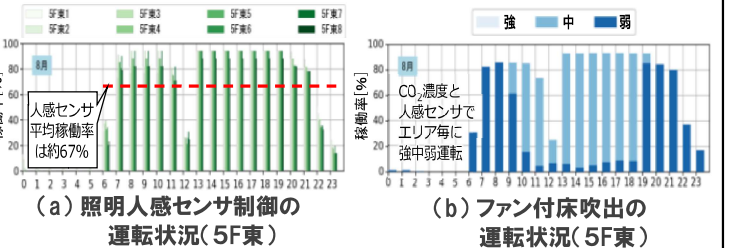


図10 センサによる運転状況 (8月抜粋)



図11 1日の生活リズムを考慮した室温制御

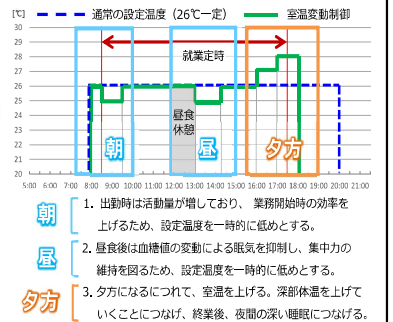


図12 ウェルネス室温変動制御(冷房期の例)



図13 被験者実験の様子

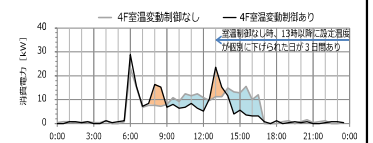


図15 空調消費電力(週平均)

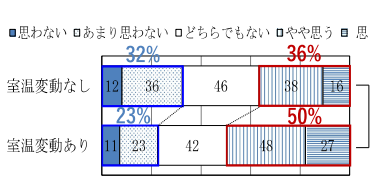


図14 仕事を効率的に行える温熱環境 調査結果

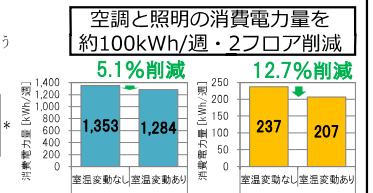


図16 空調と照明の消費電力



図17 屋外利用促進・空気質の見える化システム

4. スマートエネルギーマネジメントとCO₂排出抑制への取り組み

特徴③

4.1 太陽光パネル・蓄電池の負荷予測・デマンド抑制

エネルギーマネジメントシステムI.SEM[®]でグローバル本社および警備棟の電力負荷を気象データを元に予測し、ピーク時のデマンドカットに使用可能なよう太陽光・蓄電池の運転制御を行っている(図18)。運転制御の見える化画面では電力・太陽光発電量・空調負荷の予測値と実績値の表示、それらと比較した際の省エネ目標値などの表示を行い、省エネルギー化を推進している。また、太陽光パネルはグローバル本社以外の工場屋根部にも設置しており、これらの発電量もグローバル本社で見える化モニターによる表示を行い、従業員と情報共有を行っている。

デマンド制御の概要を図19に示す。デマンド抑制では2段階の目標電力(デマンド①,デマンド②)を月別に設定し、グローバル本社全体の消費電力が目標電力以下となるよう4F, 5Fの照明・エアコンの節電化が自動で行われる。加えて、デマンド制御に入る優先順位をエリア毎に設定可能とし、極力、業務への影響が生じないよう配慮した。結果、月別デマンドの平均値は24W/m²と極めて低い値となった。

4.2 レンガ壁の移設・復元によるエンボディッドカーボン抑制

敷地内に現存していたレンガ造りのボイラー棟は大正時代に建てられ、創業当時の面影を残す唯一の建物であった。この約100年前のレンガ壁を移設、歴史未来館の外壁として復元し、企業の歴史を後世に伝承するとともに、エンボディッドカーボン(建設・解体時に排出されるCO₂)を抑制する取り組みとした(図20)。完成後、歴史未来館は刈谷市・企業の歴史・想いを学べる教育の場として地域に広く開放し、サステナビリティを次世代に紡ぐ活動の一環としている。加えて、各所でエコマーク素材を積極的に採用した。



図18 太陽光・蓄電池スマートエネルギーマネジメント

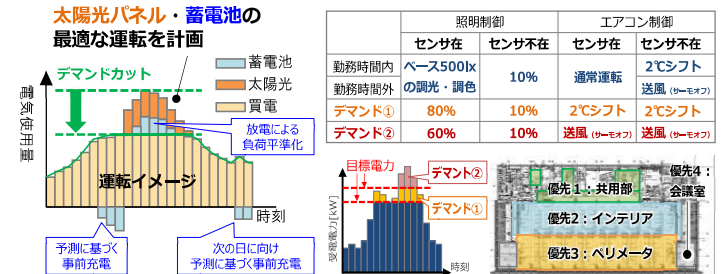


図19 デマンド制御の概要



図20 レンガ壁を移設・復元した歴史未来館、エコマーク素材

5. 省エネルギー・カーボンニュートラル化とウェルネス評価

検証結果

5.1 省エネルギー評価

エネルギー消費量の実績値は305MJ/m²年となり、実績値としてNearly ZEB: 75%削減を達成した(図21)。1万m²超えのオフィスビルでは、Nearly ZEBの達成は難しく、国内トップクラスの環境性能を有している。

5.2 CO₂排出量の実績と展望

温室効果ガスの主要な構成要素であるCO₂を減らすには、排出量の削減と併せて、樹木による吸収・固定も重要である。樹木には、CO₂を蓄えて大気中に排出しない「炭素を固定」する性質があり、樹木が増えていくとCO₂固定量が増え、地球温暖化の防止に貢献できる。

本計画で植栽された中高木は合計247本であり、現在のCO₂固定量は合計8.7tと推定された。また、年月が経つにつれて新規植栽が育つことで、CO₂固定量が増加し、30年後にはCO₂固定量は合計496tまで飛躍的に増加する結果となった(図22)。

年間CO₂排出量を図23に示す。グローバル本社・工場全体ともに水力発電由来のCO₂フリー電力を全面的に採用しており、化石燃料を一切使用しない100%カーボンニュートラルを達成している。さらに、算出した樹木の年間CO₂固定量を組み入れると、樹木の生長とともにCO₂吸収量が増加し、CO₂削減をさらに推進していく展望となる。

5.3 ウェルネス評価

CASBEE-ウェルネスオフィスにて最高級のSランクを達成、CASBEEオフィス健康チェックリストの合計スコアは移転前はスコア平均をやや下回ったが、移転後は上位15%以内に含まれるハイスコアとなった。また、環境満足度・知的生産性評価も移転後に大きく向上した(図24)。

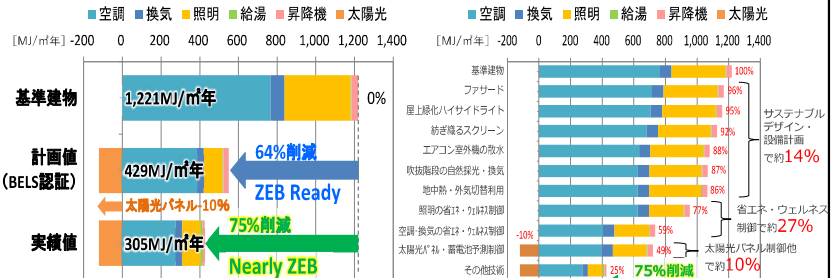


図21 一次エネルギー消費量の実績・内訳

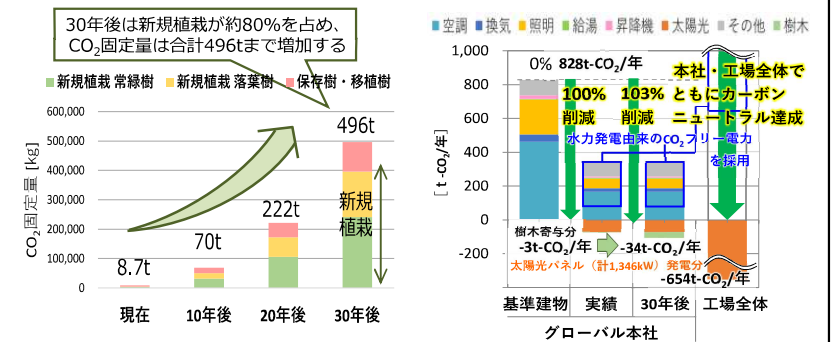


図22 樹木のCO₂固定量の推定

CASBEE ウェルネスオフィス 最高級 Rank: S★★★★★ 達成

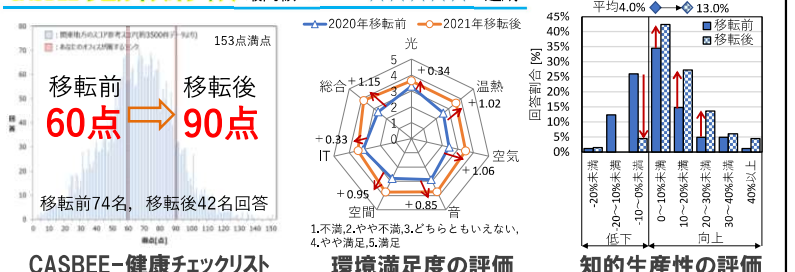


図23 CO₂排出量の実績と展望

図24 ウェルネス評価