

カーボンニュートラル賞

受賞名称
第11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」、第11回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11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
横浜市役所の環境・設備計画と実施
所在地
神奈川県横浜市中区本町6丁目50番地の10

応募に係わる建築設備士の関与

株式会社竹中工務店	高橋 好美
同上	渡邊 啓生

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	横浜市					
設計者	株式会社竹中工務店					
施工者	竹中・西松建設共同企業体					
検証者	工学院大学 野部 達夫					
検証者	早稲田大学 田辺 新一					
延床面積	142,582	m ²				
階数	地上32階	地下2階	塔屋2階			
主用途	官公庁・複合施設					
竣工年月日	2020年5月					

カーボンニュートラル大賞選考委員長講評

本施設は、建築・構造・設備の高度な技術を融合させ、14万㎡を超える都市型超高層庁舎でありながらZEB Ready認証を取得した建物である。手動開閉式の自然換気パネルと一体となったダブルスキンによる高性能外皮、天井放射冷暖房やRFIDを利用した室内環境センシング、中温冷水主体の空調方式と地域冷暖房が連携した高効率空調システムのほか、クラウドBEMSを導入、エネルギー情報や室内環境の可視化、制御への活用、電力逼迫時の節電要請に対応可能なシステムなど、先進性・独創性のある取り組みにチャレンジしている。運用実績でもZEB Readyを達成しており、オフサイトの自己託送による再エネ電力、グリーン電力等で使用電力の100%を賅っていること、性能検証にも取り組み、数多くの研究論文を発表していることも選考委員会で評価された。

支部選考委員長講評

本建物は、地上32階、延べ床面積14万㎡の超高層・大規模庁舎であり、また、災害時での危機管理の中心的役割を担う機能も必要である。脱炭素化を目指す横浜市が持続可能な大都市モデルの確立を目指し、脱炭素化早期実現のフラッグシップとなるべき市役所を実現するために庁舎のあり方を追求するものとしている。

建物技術として、大規模・超高層建築に様々な省エネ技術を導入している。特に、自然換気等の本建物を利用する職員の省エネ意識向上につながる参加型の設備を導入するなどの工夫により、省エネに対する自己貢献の満足度を上げることで、高い省エネ性や快適性を達成している。

ZEB Readyを取得している高い建物技術に加え、利用者の貢献意識、カーボンプリントの利用やDHCなどエリア・地域を含めた広義な脱炭素化を展開するなど、当初の目標であった脱炭素化を啓蒙、リードすべき官庁建築を具象化していることを高く評価する。

また、カーボンプリントによる削減効果42%を占める本格的な導入事例であり、脱炭素化が建物単体の技術だけで解決するだけではなく、社会・経済構造として向き合うべき課題であることも示す事例として注目すべき事例であろう。

①省エネルギーへの取り組み・工夫、

外装として、自然換気パネルと一体となったダブルスキンカーテンウォールを採用し、方位に適した梁分けにより外皮負荷の削減を図っている。空調方式として、執務環境の快適性と省エネ性を目指し、放射空調パネルとデシカント空調機を用いた潜熱顕熱分離空調を採用している。主空調に用いている中温冷水の使用により、熱源システムの効率化が図れ、DHC総合COPは1.39を達成している。

また、執務者による手動開閉式の自然換気パネル操作により、空調負荷の17%削減する省エネ効果の他にも災害時のBCP対策やコロナ渦での自然換気による安心感などの執務者や市民に対し、高い導入効果を得ていると思われる。

②脱炭素燃料（水素・アンモニア等）への取り組み、工夫、③再生可能エネルギー利用・工夫、

④カーボンプリント

横浜市内焼却工場にて発電された再生可能エネルギー電力の自己託送、上記焼却工場のバイオマス発電の環境価値を市が留保しての新市役所での使用、市内の卒FITを活用した電力小売事業者の電力メニューの採用、DHC使用電力のグリーン電力証書等の活用により、2020年度の新市役所の使用電力の再生可能エネルギー実質100%化を実現していることを評価した。このような制度を上手く適用できる事例は限られるが、その機会を生かしている。

関与した建築設備士の言葉

本事業は、建設から50年以上経過した旧市役所と20か所を超える民間ビルに分散していた機能を集約し、SDGs未来都市・横浜において危機管理の中心的役割を果たし、フラッグシップとなる脱炭素型庁舎を目指しました。

高性能外装により実現した放射主体の空調と等価温度制御、自己効力感を高める手動式自然換気、クラウドBEMS・RFIDによる見える化や制御への活用等により、快適性・脱炭素・レジリエンスを兼ね備えたZEB庁舎を実現しました。自然換気の効果等を常時確認できる仕組みを構築し、加えて新・旧市役所で3年間行った実測・アンケート調査により運用実態を把握し、多角的な検証を行いました。

都市型脱炭素型庁舎の実践例として、脱炭素社会の早期実現に貢献することを期待します。

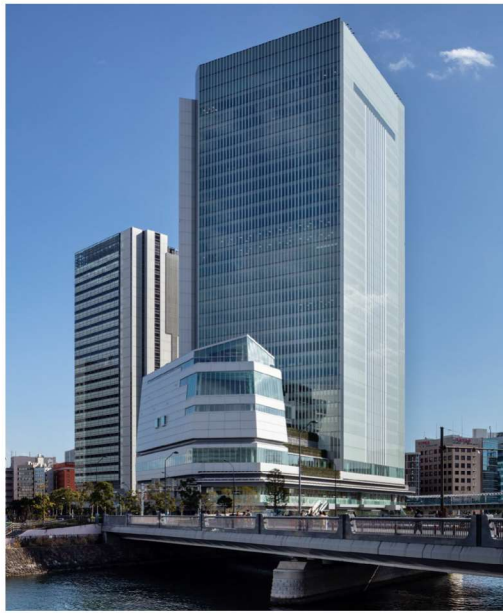
最後に、審査にご尽力いただきました関係者の皆様、計画・施工・運用・検証においてご協力・ご尽力いただいた皆様に厚く御礼申し上げます。

（高橋 好美 渡邊 啓生 : 株式会社竹中工務店）

業績の名称： 横浜市役所の環境・設備計画と実施

■ 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. コンセプト



本計画は、SDGs未来都市として2050年までに脱炭素化を目指す「Zero Carbon Yokohama」を宣言した横浜市が、持続可能な大都市モデルの確立を目指し、脱炭素化早期実現のフラッグシップとなるべき市役所を実現するため、建築・構造・設備の高度な技術を融合し、都市型の脱炭素超高層庁舎のあり方を追求した建物である。

横浜開港百周年（1959年）を記念して建てられた村野藤吾設計の旧市役所（7代目）は、横浜市の人口が建設時から3倍に増え手狭となり、職員は20か所超の民間ビルに分散して執務せざるを得ず、市民サービスや業務効率の低下、災害時対応などが課題となっていた。

このような背景から、新市役所（8代目）の整備計画には、

- ・豊かな市民力を生かす開かれた市役所
- ・市民に永く愛されホスピタリティあふれる市役所
- ・危機管理の中心的役割を果たす市役所
- ・環境に最大限配慮した低炭素型市役所
- ・長期間使い続けられる市役所

の5つの基本理念が掲げられた。

それらの実現に向けて、最高レベルの省エネルギー性を持ち、脱炭素化に貢献する建物とすることに加え、快適性も高いレベルで両立させ、職員のウェルネス向上、ひいては市役所を利用する市民へのサービスを向上させ、災害時には危機管理の中心的役割を果たせる市役所を目指した。

2. Zero Carbon Yokohama を目指した環境・設備計画

高断熱・高日射遮蔽ファサード
ダブルスキン組込型手動換気装置
アダプタブル型自然換気システム
自然換気のリアルタイム把握と評価
高層庁舎における自然換気のモデル化

大規模天井放射冷暖房とデシカント空調
環境センシングによる等価温度制御
RFIDを利用した室内環境センシング

大規模庁舎におけるクラウドBEMS
職員参加型デマンドレスポンス
緑化の促進
緑のカスケード
水際線プロムナード

大岡川からの自然通風

蓄熱槽
雨水貯留槽
地中熱利用
400kW級

下水再生水
中水受水槽

市役所空調システムとDHC熱源システムの融合

太陽光パネル100kW

コージェネ
1000kW

燃料電池
200kW

自然採光

新市役所

横浜アイボイトワー

北東エコポイド

南西エコポイド

ガラス

パネル

9-31階 平面図

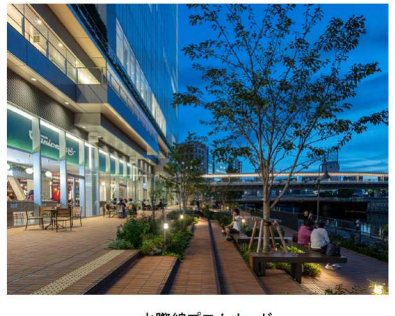
所在地：神奈川横浜市中区本町6丁目50番地の10
 主：横浜市
 建物用途：事務所、集会所、物販店舗、飲食店舗、駐車場
 敷地面積：13,143㎡
 建築面積：7,941㎡
 延床面積：142,582㎡
 階数：地下2階、地上32階、塔屋2階、
 構造：免震構造 S造、SRC造、RC造
 工期：2017年8月～2020年5月
 デザイン監修者：榎文彦
 設計：(株)竹中工務店、(株)横総合計画事務所
 施工：竹中・西松建設共同企業体



議場



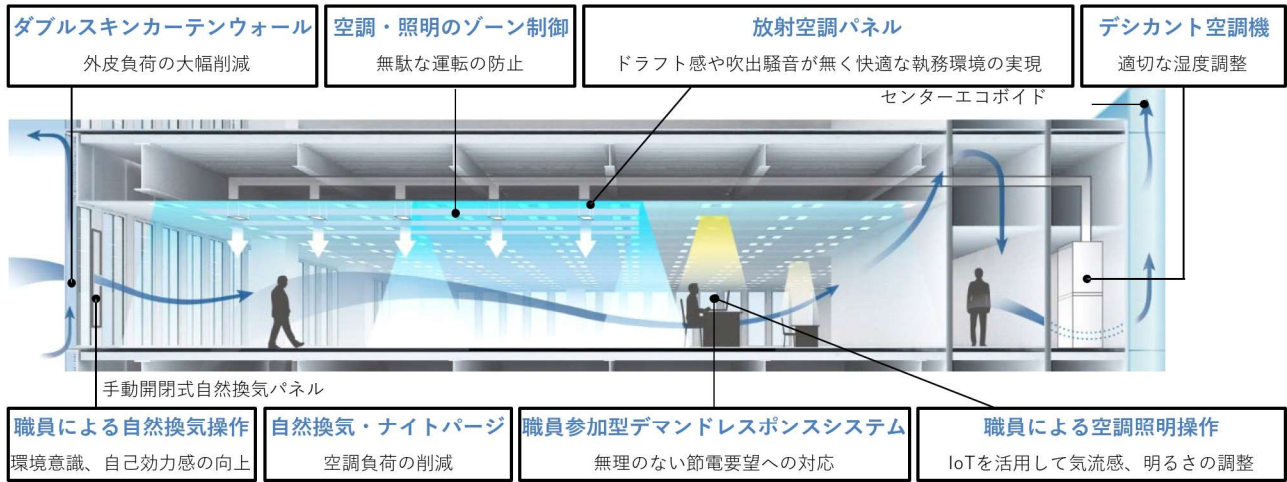
アトリウム



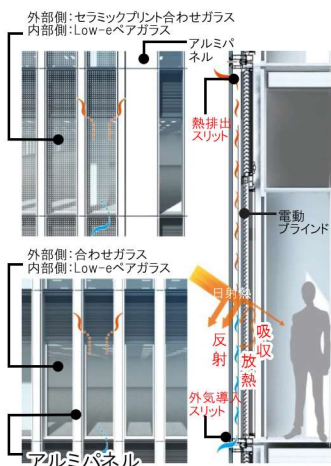
水際線プロムナード

3.高性能外皮と放射冷暖房による省エネルギーと快適性の両立

省エネルギー性と快適性を高いレベルで両立させるため、高性能外皮と建物方位の最適化により徹底的に熱負荷を低減させる建築計画からスタートした。主たる外装は手動開閉式の自然換気パネルと一体となったダブルスキンカーテンウォールとし、日射抑制と視線制御が必要な東西面の中央部はダブルスキンとアルミパネルを組み合わせるなど、方位毎の環境に応じて外皮負荷を低減させるファサードとした。これらにより放射主体の空調を実現し、デシカント空調機と組み合わせ潜熱顕熱分離空調を行うことで、省エネルギーと快適性を両立させた。中温冷水の使用は熱源システムの効率化につながり、中間期・冬期には中温冷水の温度を上げて機器効率を向上、長期間のフリークーリングを可能とし更なる高効率化を実現した。



執務室の環境設備計画

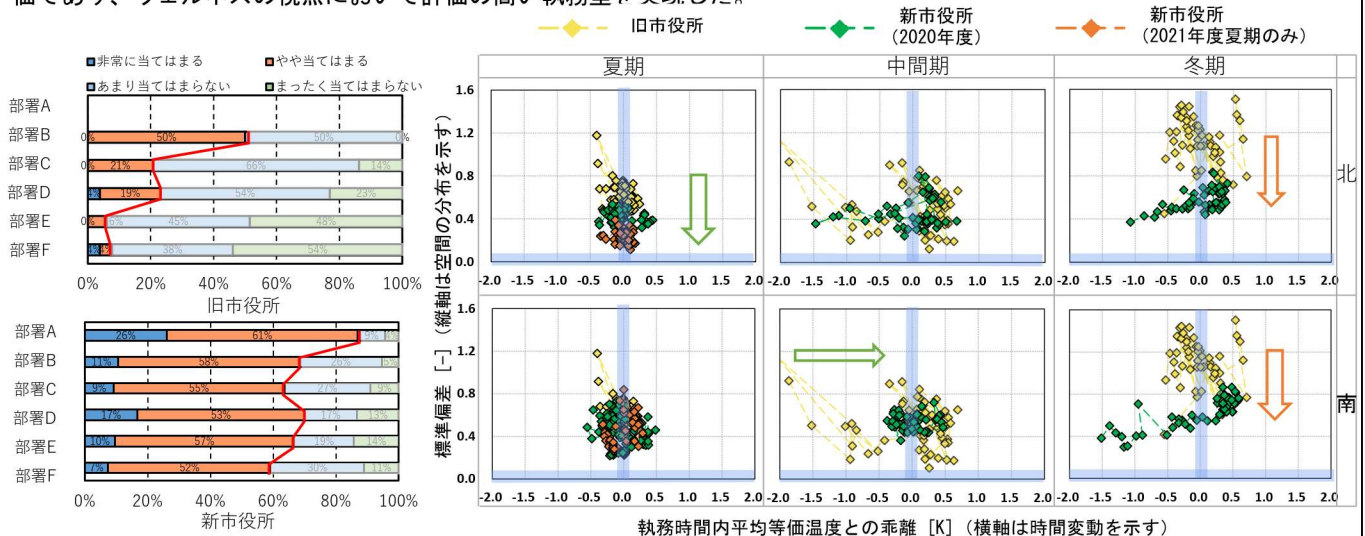


自然換気パネル一体型ダブルスキン



執務室内観

旧市役所、新市役所の1年目及び2年目の季節毎に室内温熱環境測定とアンケート調査を実施した。新市役所は旧市役所と比較して、年間を通して平面的・時間的なバラツキが少なく均一な空間であることが確認できた。アンケート調査でも高評価であり、ウェルネスの視点において評価の高い執務室を実現した。



「現在のオフィスの温熱環境に満足している」

等価温度の空間分布と時間変動

この資料は、受賞者の了解を得て建築設備技術者協会から公開している資料です。個人で使用するために留め無断転載等を禁止します。

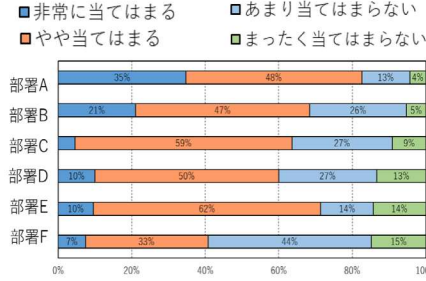
4. 手動開閉式の自然換気システムと自己効力感

手動開閉式の自然換気パネルは、省エネルギー性の向上だけでなく、執務者が自ら開閉できることにより自己効力感が高まり、心理的な満足度の向上につながる。その結果として快適性の向上にも貢献している。電源を必要としない手動開閉式自然換気パネルは、災害時には電源レスの換気設備として機能する。アンケート調査では、外気が入り空気が良さそうという意見が最も多く、昨今のコロナ禍において、執務者に安心感をもたらす仕組みとして大いに活用されている。



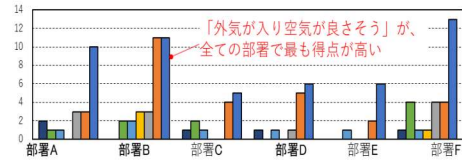
換気パネル

質問A「手動で開閉できる自然換気パネルは環境改善に役立っているか」

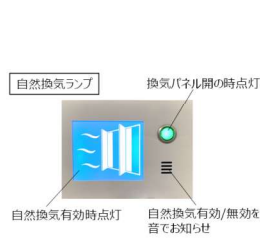


質問Bポジティブ回答者の「自然換気パネルが環境改善に役立っていると思う理由」

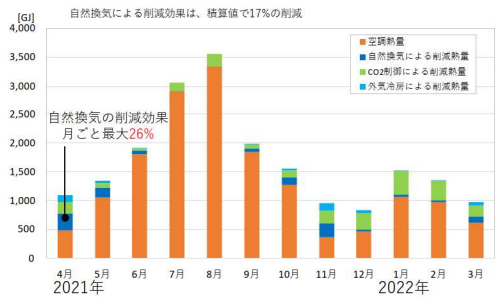
- 外気が入り空気が良さそう
- 開放感がある
- 自分で開閉できる満足感がある
- その他
- 省エネルギーである
- 健康的である
- 気流が心地よい



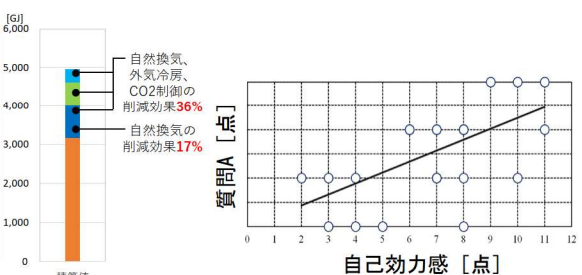
自然換気パネルについてのアンケート結果



自然換気ランプ

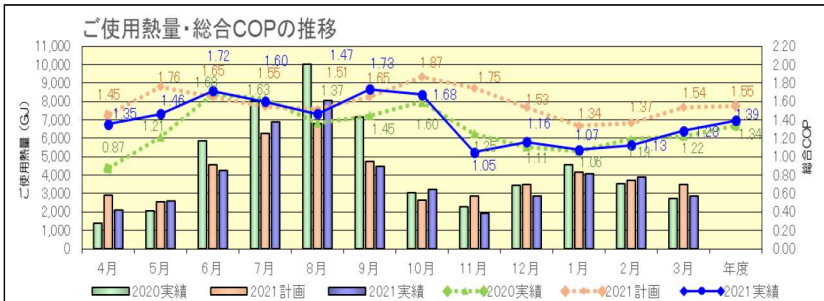


自然換気・外気冷房、外気CO₂制御による空調熱量削減効果



自己効力感と自然換気パネルに関する質問項目の相関関係

5. 地域一体となった高効率空調システム

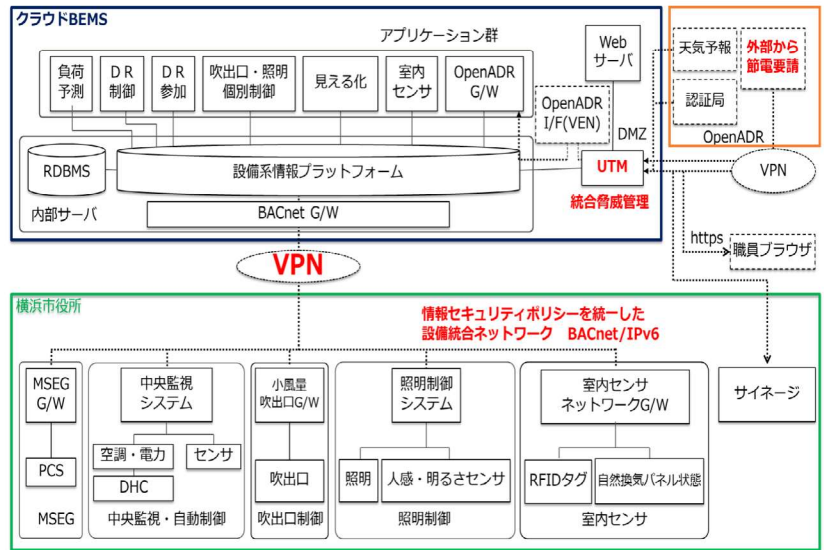


竣工後2年間のDHC総合COPの計画値と実績値

新市庁舎と既存の横浜アイランドタワーを対象に地域冷暖房（DHC）を導入した。その構築にあたり、中温冷水を主体とする建物側の空調方式と連携した熱供給システムとすることで、トップクラスの総合COPを実現している。災害時はCGS電力による電源供給や、蓄熱槽水源をトイレ洗浄に利用することなどが可能で、地域全体の省エネルギーとレジリエンスを向上させている。運用開始後も、システムの最適運用、効率向上を目指し、熱供給事業者と需要家でエネルギー運営連絡会を定期的に実施している。

大規模庁舎にクラウドBEMSを初導入し、市役所とDHCが一体となったデマンドレスポンスシステム（以降、DR）を構築した。近年のオフィスビルは、エネルギー使用量のリアルタイムでの見える化や室内環境の可視化、センシングによる細やかなデータ計測と各種制御への活用といった省エネルギー性や快適性の更なる向上を実現するための機能や、電力逼迫時の外部からの節電要請といった社会的な取り組みに対応する機能が求められている。それらを実現するために、情報セキュリティに配慮し、オンプレミスとクラウドを効果的に組み合わせた。

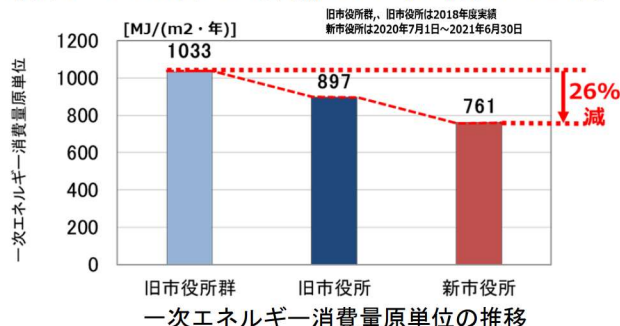
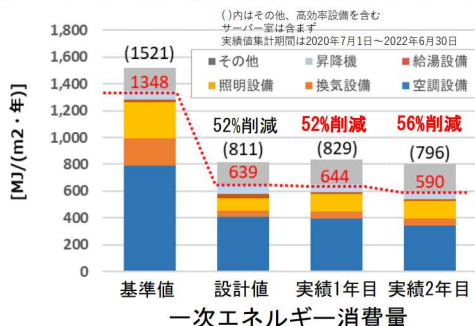
新市役所は中間免震+制振のハイブリッド免震による強固な構造で、主要な設備機械室を中間免震層より上部の4階に設け、地震や高潮、津波にも強い。これにDRを組み合わせることでハード・ソフトの両面から高いレベルのレジリエンス性を実現している。省エネルギー性能の高い建物は非常時のレジリエンスも高めることにつながる。



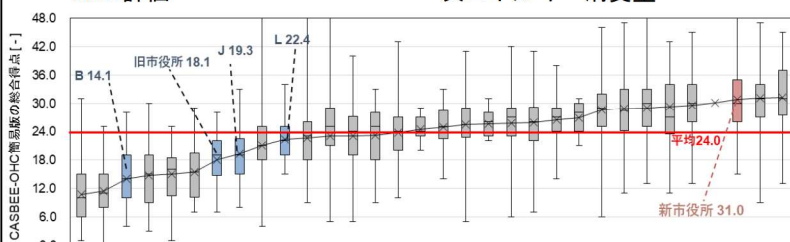
クラウドBEMSのネットワーク構成と地域連携

6. 環境性能とウェルネス評価

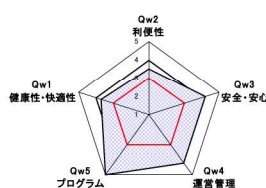
竣工時にZEB Ready 認証を取得した。運用1年目（2020年）は感染症防止対策として、CO₂濃度制御を中止し、自然換気有効時間帯以外にも換気パネルによる積極的な外気導入を行いながらも、基準値に対して52%のエネルギー削減を達成した。運用2年目（2021年）は56%削減であった。職員が分散して執務していた旧市役所および20か所超の民間ビルの一次エネルギー消費量の調査を行い、新市役所の集約により約26%の省エネルギーが実現できたことを確認した。CASBEE-オフィス健康チェックリスト簡易版に準拠した職員への主観評価、CASBEE-ウェルネスオフィスの自己評価でも高得点となった。市役所機能の集約により省エネルギー性と職員のウェルネスは向上し、市民サービスの向上にも貢献していると評価している。



BELS評価



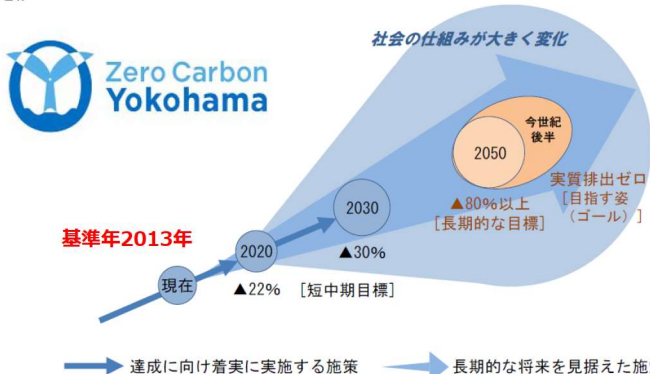
CASBEE-オフィス健康チェックリスト簡易版に準拠した主観評価



CASBEE-ウェルネスオフィスの客観評価

7. 新市役所の脱炭素評価とZero Carbon Yokohamaの実現に向けての取り組み

Zero Carbon Yokohamaは温室効果ガス排出量の削減目標を基準年を2013年とし、2020年22%削減、2030年30%削減、2050年80%以上削減と実質排出ゼロとしている。新市役所は2021年度運用実績にて2020年度、2030年目標を先行で達成した。



横浜市内基準ビル排出量（業務部門）：
 旧市役所 : 133 kg-CO₂/(m²・年)*1
 新市役所 : 42 kg-CO₂/(m²・年)*2
 新市役所 : 39 kg-CO₂/(m²・年)*3

*1 2013年度実績 電力CO₂排出量換算係数 0.531 kg-CO₂/kWh
 *2 2018年度実績 電力CO₂排出量換算係数 0.468 kg-CO₂/kWh
 *3 2021年度実績 電力CO₂排出量換算係数 0.457 kg-CO₂/kWh

Zero Carbon Yokohamaの脱炭素目標における電力CO₂排出量換算係数の想定、
 2020年度 0.375 kg-CO₂/kWh
 2030年度 0.370 kg-CO₂/kWh

Zero Carbon Yokohamaの温室効果ガス排出量削減ロードマップと新市役所の実績

横浜市は2050年までに市有施設で使用する電力をすべて再生可能エネルギー由来に転換する方針としている。

その第一段階として、2020年度の新市役所の使用電力の再生可能エネルギー実質100%化を、横浜市内焼却工場にて発電された再生可能エネルギー電力の自己託送、上記焼却工場のバイオマス発電の環境価値を市が留保しての新市役所での使用、市内の卒FITを活用した電力小売事業者の電力メニューの採用、DHC使用電力のグリーン電力証書等の活用により実現した。区庁舎などの市民利用施設についても順次進めていく予定である。



脱炭素に向けた横浜市の活動



横浜市の水源林である道志村産材を使用した什器（資源循環）



花と緑にあふれるフラワーランドスケープ（生物多様性）

市民の憩いの場となる低層部に横浜市の水源林である道志村産間伐材を使用した什器を設置し、水源林を周知させるとともに森を育て林業の再生を図り木材利用の大きな循環の一部となる計画とした。ランドスケープでは、花と緑にあふれる環境先進都市を掲げる横浜市にふさわしい多様な表情の緑とフラワーランドスケープの育成管理に努めた。資源循環、生物多様性の観点からも持続可能な社会の実現に努めている。