

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賞 北海道支部 奨励賞			
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賞選考委員会 北海道支部			
業績の名称			
ダイダン(株) 北海道支店 「エネフィス北海道」 寒冷地における環境負荷低減と快適性の両立			
所在地			
北海道札幌市北区北20条西5丁目1番43号			
応募に係わる建築設備士の関与			
ダイダン株式会社	石井 要憲		
同上	阿部 早也香		
株式会社NTTファシリティーズ	久保田 英里		
応募者又は応募機関			
代表応募者・機関	ダイダン株式会社		
建築主	ダイダン株式会社		
設計者	株式会社 NTTファシリティーズ		
設計者	ダイダン株式会社		
設計者	株式会社丸田絢子建築設計事務所		
施工者	株式会社 NTTファシリティーズ		
施工者	ダイダン株式会社		
建物利用者	ダイダン株式会社		
検証者	北海道大学 名誉教授 羽山 広文		
検証者	北海道大学 教授 森 太郎		
検証者	ダイダン株式会社		
延床面積	1,113	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	2021年6月12日		

本件は、ダイダン㈱が、ダイダンエネフィスシリーズとして取り組んできたZEBモデルビルの、九州、四国につづく3件目の施設であり、北海道札幌市の市街地に所在する。一次エネルギー消費量の削減率は102%と、いわゆる「完全ZEB」を達成しており、その「ZEB」と、「WELLNESS」「RESILIENCE」の3つが計画のコンセプトとされている。

寒さの厳しい北海道においては、九州、四国に比べて暖房エネルギー消費量が大幅に増えることから、「完全ZEB」の達成は非常に高いハードルといえるが、これを、外断熱工法による高断熱外皮と、熱損失を抑えるためにオフィススペースを無窓とする大胆な手法、さらには壁面太陽光パネルや地中熱HP等の採用によってクリアしている。

外断熱の外皮は、断熱厚を100mmとした高断熱仕様であり、外壁一般部に比べて熱損失の大きな窓を少なく抑えたこともあって、暖房停止後の室温低下が非常に小さい。実測値として、年末年始における暖房停止時24時間の室温低下は1.5℃程度との結果が得られている。外断熱による躯体蓄熱が有効に活かされており、冬期の停電時等におけるレジリエンス性の向上に有効といえる。その他にも、太陽光パネル、EV充放電スタンド、リユースバッテリーによる蓄電システム、家庭用CGSの設置など、多様な電力供給源に加え、貯水機能付き給水管も備えることで、レジリエンス性の向上を図っている。

2階はオフィススペースを主として計画されているが、先述の通り、その外壁面には窓が一切設けられておらず、採光はハイサイドライトや透明な仕切りで隣接するリフレッシュスペースを通じて確保している。ハイサイドライトは、屋根面に設置された太陽光パネルの架台も兼ねており、また、1階ホールに設けられた給気口との連携によって自然換気と通風を確保するという工夫がされている。

空調に関しては、地中熱HPを熱源としたAHUによる床吹出置換空調システムが採用されている。AHUに導入される外気は、アースチューブによって予冷・予熱が行われており、夏期のピークにおいては30%、冬期においては20%の外気負荷低減が確認されている。また、中間期には熱源を停止させ、アースチューブの効果のみによって空調を行うことで、この間の空調エネルギー消費量を大きく低減できることを実証している。

本件施設における太陽光パネルによる発電量実績値は、2021年7月から翌年6月の1年間において326 MJ/m²年（一次エネルギー換算）であった。これに対し、コンセントを除いた一次エネルギー消費量実績値は325 MJ/m²年であった。つまり、省エネ基準の評価対象であるコンセントを除いた一次エネルギー消費量において、「完全ZEB」を実績として達成したと評価される。日照や暖房負荷の面で不利な条件の多い積雪寒冷地において「完全ZEB」を実証した業績は大いに評価されるものであり、正に受賞に値する業績である。

業績の名称： ダイダエン(株) 北海道支店 「エネフィス北海道」 寒冷地における環境負荷低減と快適性の両立

■ 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



写真1 東側前面道路からの全景

00 はじめに

ダイダエンエネフィスシリーズはこれまで九州、四国の2拠点においてZEBモデルビルを建設しており、本プロジェクトは3拠点目の計画として“人と地球が共生するオフィス”をテーマにZEBの実現を図るものである。計画にあたっては、厳しい気候条件下において徹底した外気負荷低減を図るために、窓の無いオフィス空間を特徴としながらも、光や風、熱を効果的に導入させる仕組みによって明るく快適な執務空間の実現を試みている。

3つのコンセプト

ZEB

寒冷地の気候条件を活かした自然エネルギーの選択と集中（光・地中熱・風）、高断熱とダウンサイジングによるコンパクト型寒冷地ZEBオフィス

WELLNESS

働く人の健康性・快適性を重視し、その維持と増進を図るオフィス

RESILIENCE

インフラ復旧までの災害復旧拠点機能を有する自立分散型電源システムを有するオフィス

建築概要		
所在地	北海道札幌市北区北20条西5丁目1-43	
用途・規模	事務所 地上2階	
構造	RC造	
建築面積	543.93 m ²	
延床面積	1113.21 m ²	
竣工年	2021年 6月	
空調設備概要		
地中熱利用	ボアホール ダブルUチューブ方式 100 m×14本	
熱源設備	地中熱ヒートポンプ, 空気熱源パッケージ空調機	
空調設備	全面床吹き出し+床放射, 温水パネルヒーター	
融雪設備	地中熱ヒートポンプ, ヒートパイプ融雪	
自動制御	BEMS, サイネージ, クラウド制御	
電気設備概要		
電気設備	受電方式	高圧引込6.6 kV 1回線 受電
	太陽光発電	PV面積 310.99 m ² 設置パネル発電量 58.3 kW
	蓄電池	リチウムイオン型 24kWh
照明設備	照度	事務室 500 lx
	照明制御	人感センサー, 照度センサー, クラウド制御, DALI
衛生設備概要		
給水方式	水道直結直圧方式	
給湯方式	中央式（ガス利用 CGS排熱利用）	
排水方式	建屋内合流方式、建屋外合流方式	

(2022年3月以降グリーン電力を使用—④カーボンクレジット)

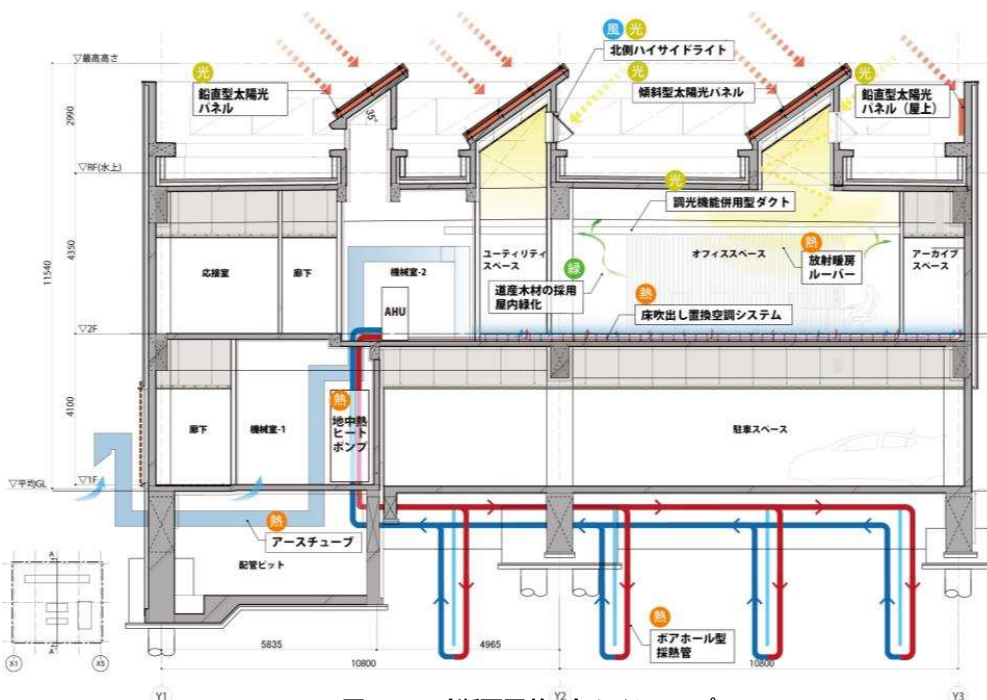


図1 A-A'断面図兼テクノロジーマップ

認証

BELS認証においては5☆を取得、省エネ削減率102%（創エネを除くエネルギー削減率63%）を達成し、『ZEB』を実現している。また、建築環境総合性能評価システム（CASBEE建築）およびCASBEEウェルネスオフィス評価認証ではいずれも最高ランクのSを取得している。



図2 取得した環境認証

01 ZEB ー寒冷地の自然エネルギー利用ー

01-1 外皮性能の向上ー①省エネ

建物全体の保温性能・断熱性能の向上はZEB実現と快適性の両立だけではなく、万一の電力供給停止時のレジリエンス性の向上としての意義も大きい。

断熱境界面を躯体コンクリートの外断熱(熱貫流率 $U < 0.25W/m^2K$, 100mm 押し出し発泡ポリスチレン保温板)とし、躯体の熱容量を活かして建物全体の保温性を確立した。図4は年末年始の室内温度と外気温度の推移を示す。12/28に空調停止し1/4までの7日間を経過後12.6℃(-1.5℃/day)までの低下に留まった。その間、外気温度は最低で-12℃,平均-5℃であった(図4)。

01-2 風・光エネルギーの利用ー①省エネ

札幌市街は年間を通して北西、南東風の風向特性が顕著である。また、中間期の低湿度かつ26℃以下のとなる風を活かし、入口付近からホール、階段室を通じてハイサイドライトへと抜ける風道を設けており、アプローチの位置からコア、自然換気窓に至るまで動線計画と気流計画が一体となった計画とすることでコンパクトなプランで自然換気を図っている。

01-3 太陽光エネルギーの利用ー③再エネ

立地条件を活かし東面外壁の全域にわたり太陽光パネルを設けている。屋上面には、当該地域において創エネ最適角と試算した35度の傾斜型パネルの設置を行うとともに、雪庇対策を兼ねた高いパラペット躯体に沿って外周部に鉛直型パネルを配することで積雪対策に配慮しながら創エネを実現させている。東面外壁の太陽光パネルは1日の創エネ総量としては不利となる一方で、冬季の朝方にピーク熱負荷となる空調設備への利用と時間的に整合を図っており、今後のデマンドレスポンスを見据えた計画としている。

年間の発電量予測では高緯度の立地であることから冬季の発電量が夏期に比べ小さくなることと東壁面などの垂直面への配置の組合せにより、降雪による減少影響は年間の発電量に対して1-2割程度であることを確認した(図3)

01-4 地中熱エネルギーの利用ー①省エネ③再エネ

空調熱源機としてボアホール採熱方式の地中熱ヒートポンプを採用し、中間期はフリークーリングを行い省エネ性を高めている。アースチューブによる外気負荷削減を行っており、夏期はピーク時刻で空調機で外気処理熱量の30%を削減した。冬期は氷点下の外気を2~5℃程度に上昇させることが出来、外気負荷の20%を削減していた。取り入れ外気が0℃以上となることによる、コイル凍結リスクの軽減としての意義は大きい。

建物前面歩道の融雪に、ボアホール熱源による地中熱HPを用いた。少ない水量でシーズンを通じて路面温度を0℃付近に保つ程度の熱供給を行うことで、積雪を路面に張り付かせない方針で容量選定を行い、建替え前に比べ大幅なエネルギー削減と除雪作業の負担軽減の両立が図れた。エントランスに繋がる外部歩道部分にヒートパイプを埋設してエネルギーレスの融雪を行っている。

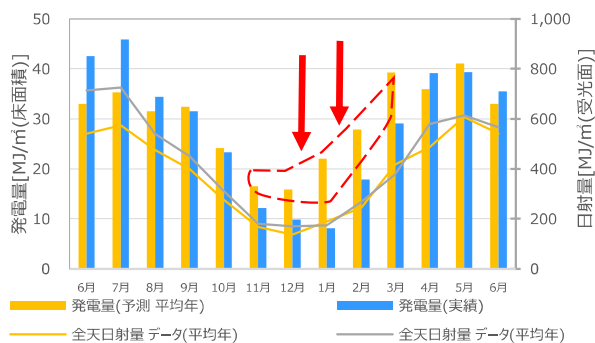


図3 太陽光パネルの発電量

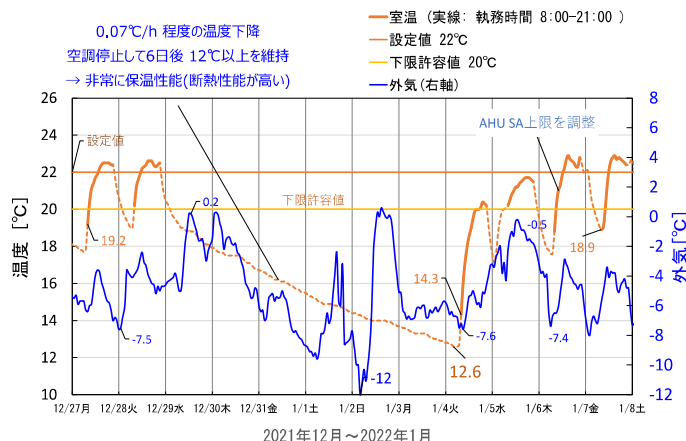


図4 冬の室温状況(2022年1月)

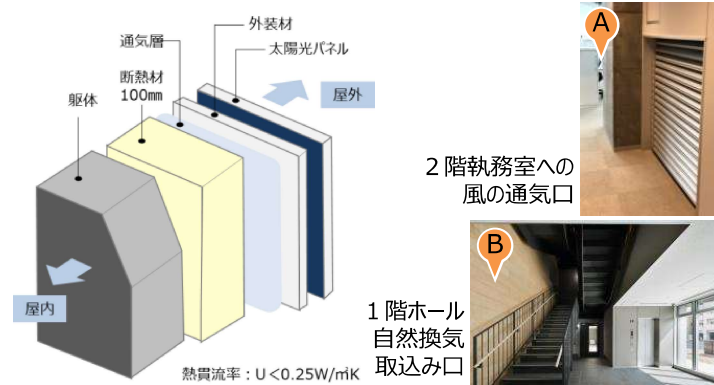


図5 外断熱システムの構成

写真2 自然換気の通風経路

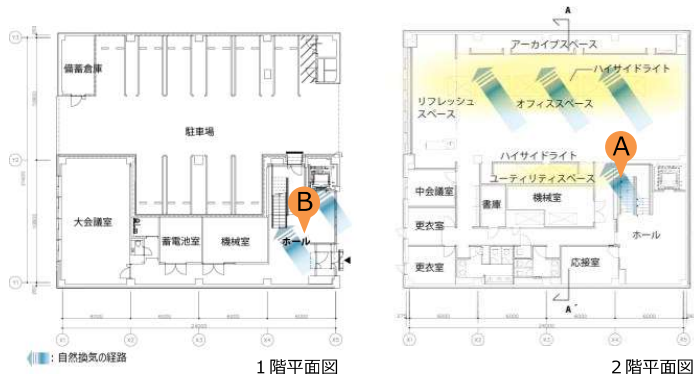


図6 1, 2階平面図

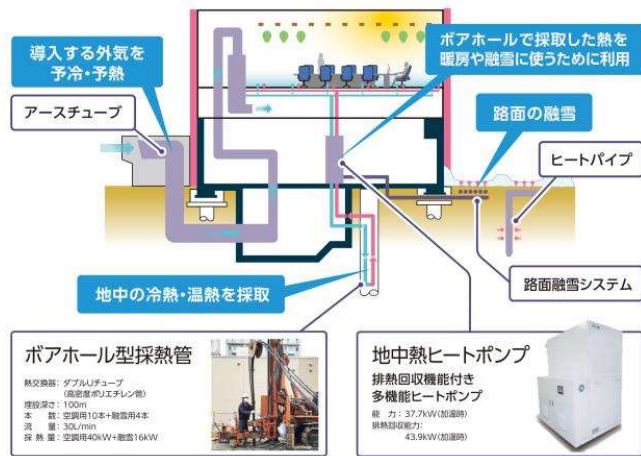


図7 地中熱エネルギー利用の概要図



図8 地中熱を利用したロードヒーティング(路面融雪)

01-5 ZEB運用実績-①省エネ③再エネ

設計値・実績値それぞれで『ZEB』を達成した。工夫の一つとして中間期である9月、10月、5月、6月は熱源を停止させ空調エネルギーを抑えたことにある。この期間は北海道の特性として低温な外気をアースチューブで21℃程度まで冷却し空調経路で送風し、自然換気と組み合わせて快適な環境が形成できた。一方で在館時間(設備稼働時間)がBELS評価に対し1.3倍程度であるため、照明電力は設計値を超過する傾向がみられた為、2022年2月にスケジュールの見直しを行った。

建替え以前の旧社屋(延べ床面積は、現在の約半分540㎡。在席人数は同程度)と比較すると、建物全体の年間のエネルギー消費量は床面積当たり半分に以下に減少した。光熱費は、総額で30%削減となった。

02 WELLNESS ー健康性・快適性の増進ー

02-1 バイオフィリックデザイン

ZEB実現のために窓面を集約する一方で、執務室でも自然を感じさせる仕掛けを作ることにはZEBと快適性の両立のカギとなる。執務室の上部のハイサイトライト(北向き窓)から間接光を導入し、年間を通じて安定した光環境の形成と、屋外の天候状況を執務室に居ながら感じる仕掛けとした。道産木材什器・内装や執務室のどこにいても室内植栽が目に入る配置計画を行うことで、館内全体で自然を感じさせ執務者への心理面を支える環境を形成した。

02-2 寒冷地で快適な足元からの空調方式-①省エネ

寒冷地における快適性と省エネの空調施策として、上下温度差が軽減される足元からの空調(床全面吹出+放射空調)を計画した。面速 0.025m/sの染み出し気流を形成し、天井付近に配置したデザイン梁が還気ダクトの役割となり居住域に限定した置換換気を形成し、建築と設備が一体となる機能デザインを実現した。OAフロア材下に伝熱配管を接触させ、OAフロア面による放射空調を併用し、冷暖房をアシストする。中間期は地中熱を使ったフリークーリングが可能である(図12)。

02-3 室内温熱環境-①省エネ

図13中の破線はAHRAE55の快適性範囲を示す。全体的には良好な範囲を実現した。7-8月は空調機内の制御不良があり、絶対湿度12g/kg(Air)を超える状況が発生していた(機器調整により次年度より改善)。

中間期(9-10月)は $-0.5 < PMV < 0.5$ (clo=0.5~1.0, met=1.1)で冬期(11-4月)は(clo=1.0, met=1.1)内で評価した。また、イス型タスク空調を導入し、各人での快適性の調整が可能である。

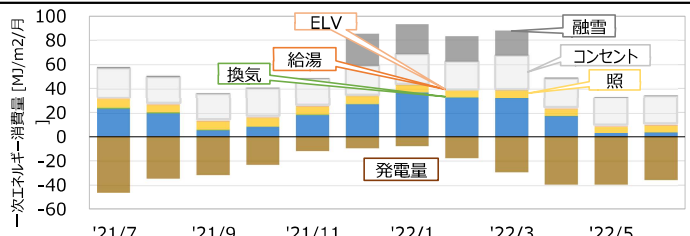


図8 設備項目毎の年間一次エネルギー消費量 [MJ/m²/年]

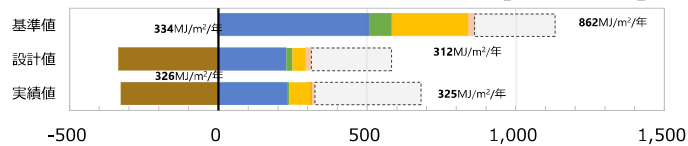
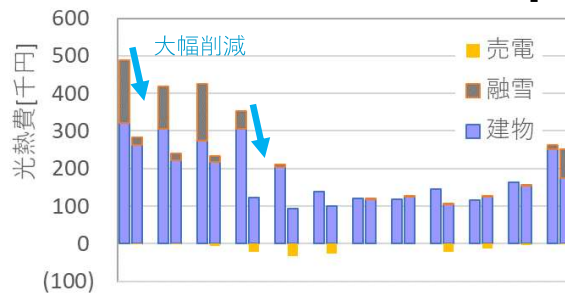


図9 年間一次エネルギー消費量の基準値と設計・実績値 [MJ/m²/年]



左：旧建屋、右：新建築

図10 新旧建屋における年間光熱費の推移

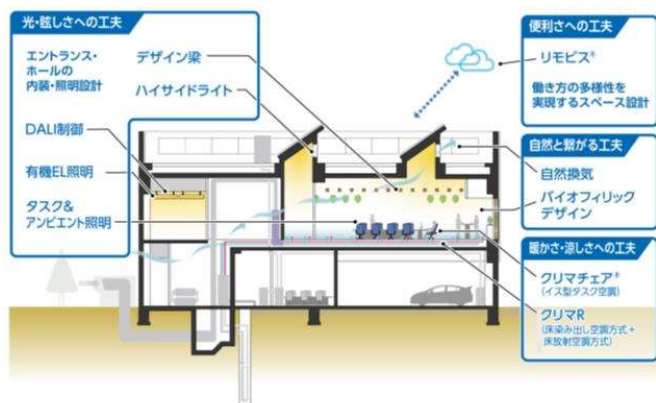


図11 ウェルネスの取組み

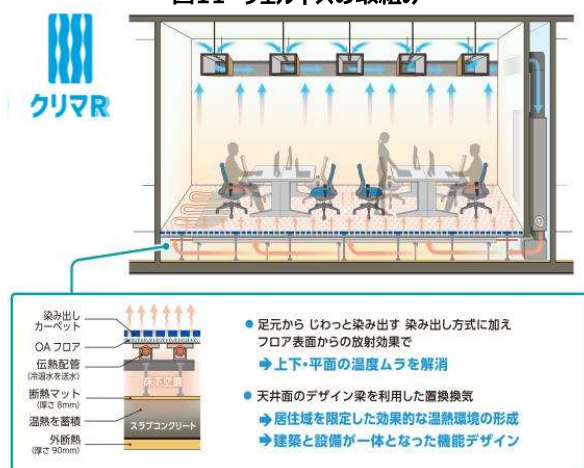


図12 染み出し空調 + 放射空調の構成



写真3 リフレッシュスペースの様子



写真4 執務室の植栽

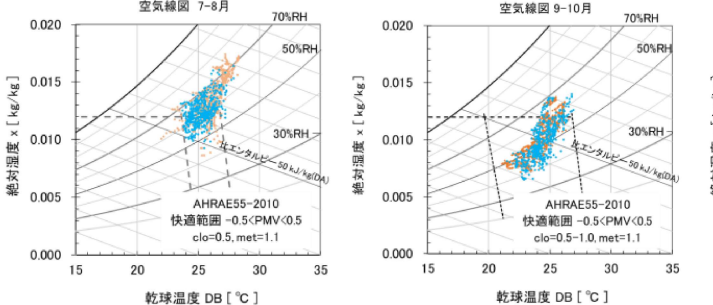


図13 室内温熱環境 (1時間毎の状態プロット) 青:平日 8:00-20:00, 肌色:時間外



OA床とカーペットに3mmの孔があり、空気が染み出す
写真5 床空調範囲に使用している
OA床とタイルカーペットの様子

03 RESILIENCE ー自立分散型電源システムー

北海道胆振東部地震を教訓に、大地震などの災害発生による緊急時の帰宅困難者受け入れを可能とする計画としている。電源システムにおいては太陽光パネルのほか、都市ガスを利用した家庭用CGS、EV自動車充放電スタンド、Li蓄電池(EVリユースバッテリー 24 kWh)の採用などにより、多様な電力供給源の仕組みを構築することで、有事の信頼性向上を高めた自立性の高いシステムを構築している(3日分を想定)。通常時は、PVパネルによる発電はパワーコンディショナーを介し建物内で利用している(図14,15)。

03-1 災害対策拠点化

災害時の防災拠点として1F会議室に非常用電源システムを配備、また、BCP盤を備え非常用コンセントを設けており、セキュリティゾーンから外すことで外来者も利用可能としている。

03-2 電気自動車バッテリーリユース③再エネ

蓄電池には、電気自動車用のバッテリーをリユースして環境にも配慮している。電気自動車で使用されていたリチウムイオン蓄電池は、クルマで使用した後でも高い残存性能を有しており、建物へチャレンジ採用した(図16)。

03-3 貯水機能付き給水管

非常時の衛生的な水を確保(3日分:使用水量2.5L/人・日 × 使用人数32人)できる外部電力にも頼らない信頼性の高い給水確保システムを採用した。給水本管に接続している為、平常時は水が通るルートなので滞留水を作らず衛生的であり、いざというときは、本管側を閉止し、貯水内のシリコン膜の部分に空気を加圧することで貯えられている水を使うことが可能。屋内設置のため凍結リスクが低い(図17)。

04 おわりに

04-1 満足度調査

温熱環境に対する満足度は68%となった。夏期(1年目)は除湿が十分でなかったこと、冬期は躯体温度の上昇に時間がかかる為に室温は快適範囲でも特に週明けの就業開始時に寒いと申告する人があった、などが不満要因となった。その為、温熱環境自体では不満の声も幾つか挙がっていたが、総合的な満足度は 88%を超えた。在籍者に呼びかけ希望を聞きながら管理者がクラウド端末を利用し手軽に空調の運転・設定を調整していたことが、総合的な満足度が高い結果になったと考える。

さらに、夏季(2年目)の温熱環境では、「満足」「やや満足」の回答が60%以上を占め、1年目と比較しても大幅に満足度が向上していることがわかる。このことから、1年目にみられた不満要因も改善傾向にあるといえる。

04-2 地域貢献・技術貢献

技術貢献

本建物では計画～運用段階まで、各環境技術の検証において北海道大学と連携を図り、建物性能の向上さらには研究・学生の学びの場を提供した。

寒冷地の地中熱利用の普及促進に向け地中熱利用状況をセミナー等で講演し業界へ技術情報を発信している。

地産材の普及貢献

道産木材の内装や家具を積極的に採用しウッドデザイン賞により公表している。

近隣への配慮

1F大会議室を災害時に近隣からの避難受け入れを想定して計画した。建物前面の歩道歩行の安全の為、路面埋設のロードヒーティング融雪、道路側の外灯と歩道へ光が届く1Fホールガラス面の照明を21時まで点灯している。

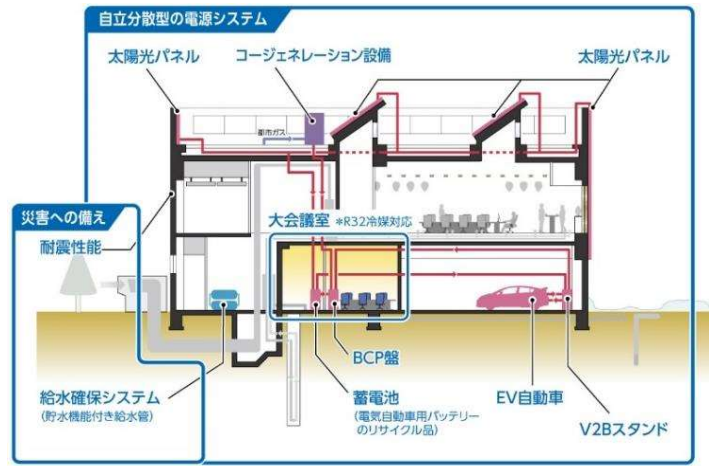


図14 レジリエンスの取組み

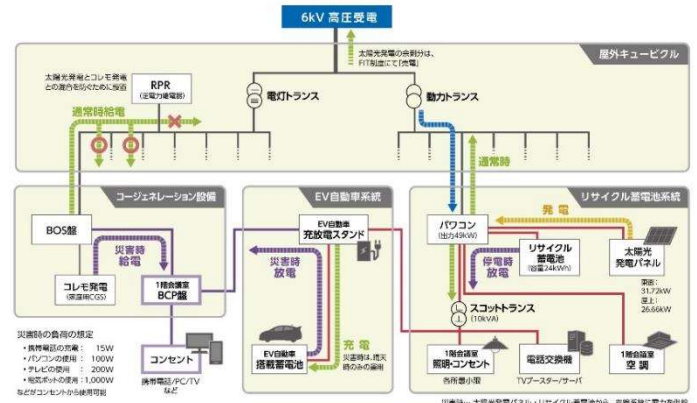


図15 自立分散型電源システムの概要

ゼロ・エミッションモビリティの普及



図16 電気自動車バッテリーリユースの概要

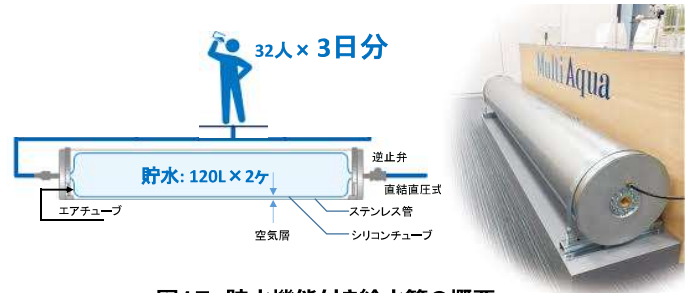


図17 貯水機能付き給水管の概要

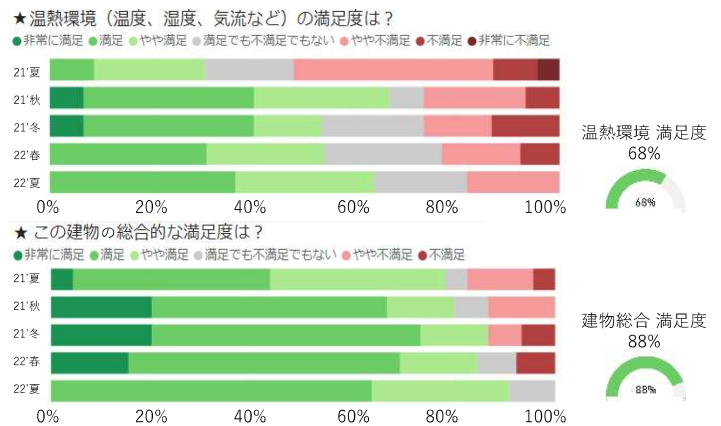


図18 利用者満足度調査の一例