

カーボンニュートラル賞

受賞名称	
第13回カーボンニュートラル賞 北海道支部	
カーボンニュートラル賞選考支部名称	
第13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	
北海道地区FMセンター 地域脱炭素を目指した小規模オフィスの環境・設備計画と検証	
所在地	
北海道札幌市中央区南20条西9丁目	
応募に係わる建築設備士の関与	
株式会社竹中工務店	田島 大介

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					
施 工 者	株式会社竹中工務店					
検 証 者	北海道大学 菊田 弘輝					
延 床 面 積	856.46		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11月30日					

支部選考委員長講評

本業績は、亜寒帯湿潤気候下での地域脱炭素へ貢献する建築の創出を標榜して札幌市内に建設された、比較的小規模な木造2階建て事務所建築である。 本業績においては、外壁と執務スペースとの間に、屋外環境と室内環境の緩衝帯となる半屋外空間（共創スペース）を設けて、温熱入れ子構造と称する構成とした計画が特徴となっている。この緩衝帯を設けることで、その内部にある執務スペースの室内環境に対する屋外環境の直接的な影響を低減するコンセプトである。 共創スペースの室内環境は、あえて均一性を追求せず、屋外環境の成り行きによる変化をある程度許容して、この空間における空調や照明などの負荷低減を図るとともに、建物内に生まれる室内環境の多様性を活かして、場所の選択権のほか、温度や照度など、室内環境の選択権も付与するという思想が盛り込んだABWオフィスとして、利用者の満足度や生産性等を維持しつつ省CO₂化を図る、新たな計画手法が試みられている。 執務スペースと共創スペースの間の仕切りには透光性の開閉可能な引き戸が採用されており、透光性中空ポリカーボネート外装材によって得られる共創スペースへの自然採光を執務スペースにも取り入れることができるほか、この引き戸を開けることで、共創スペースの温熱・空気環境を、共創スペース→執務スペース→高窓を通じた自然換気も相まって、執務スペースにも積極的に取り入れることが可能となっている。さらに、透光性外装材によって、事務所建築としては、比較的小さな窓面積でも十分な採光を可能にしたことや、その南面窓からの日射を床に蓄熱させる仕組み、井水利用熱源システムなど、パッシブ技術を可能な限り盛り込んだ建物と、それに合わせた容量の設備機器、それらをアクティブに活用する利用者が三位一体となって省CO₂化を図る構図は、今後の建築・設備計画に大いに参考となるものである。 構造は、戸建住宅向け等、地域で一般的に流通している軸組材と金物を活用して、新たに開発されたダブルティンバー技術によって構築されている。特殊な材料や技術を用いないことから、すでに地域にある材料・技術を活用することができ、これによって地域の人材や森林資源も含めた地産地消の循環が期待できることも評価される。この、ダブルティンバーは表しになっており、透光性外装材とともに、意匠面においても大きな特徴となっている。
--

本業績はZEB Readyによって計画されているが、実績値としても一次エネルギー消費量（その他を含む）588 MJ/年㎡と、基準値に対して45%のエネルギー消費量を削減している。その他にも、維持・更新への配慮など、運用だけでなく、建設から解体までの省CO₂計画が図られており、標準的な鉄骨造とした場合に比べ、ホールライフカーボンにおいて約30%の省CO₂化を図る計画とされている。

以上の通り、本業績は、一般的な用途である事務所建築に、地域の一般流通材を活用した事務所空間の構築、透光性外壁による昼光利用の拡大、温熱入れ子構造と、それらを利用したパッシブ技術の積極的活用による省CO₂化、ABWに室内環境の選択を付与するという思想など、これまでにない手法や考え方を盛り込んで、カーボンニュートラルに向けた今後の事務所建築の在り方を示した好例といえ、正に受賞に値する業績である。

関与した建築設備士の言葉

本建物は竹中工務店の北海道エリアにおけるFM(ファシリティ・マネジメント)を担当する部門が入居する小規模オフィスである。

地球環境と人間社会の持続可能な発展のために、建物単体の省エネルギー・省CO₂性能を高めるだけでなく、建築に係るサプライチェーン全体のCO₂排出量を削減し、かつ地産地消を推進することで、地球環境と地域経済の持続可能な発展につながるよう意図して設計した。

冬の厳しい寒さを持つ北海道において、適切に自然とつながるために、「温熱入れ子構造」を考案した。これにより生じた縁側のような半屋外空間(共創スペース)は、建物の省エネルギーや執務者ワークエンゲージメントに寄与することが確認できた。積雪寒冷地における新しいワークプレイスになったと考える。

今後も更なる展開に向け、引き続き調査・研究を継続していきたい。

(田島 大介：株式会社竹中工務店)

業績の名称： 北海道地区FMセンター 地域脱炭素を目指した小規模オフィスの環境・設備計画と検証

■ 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

1/4

0.コンセプト・建物概要

□はじめに



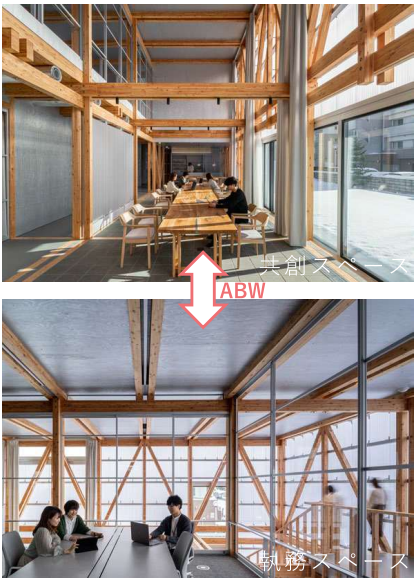
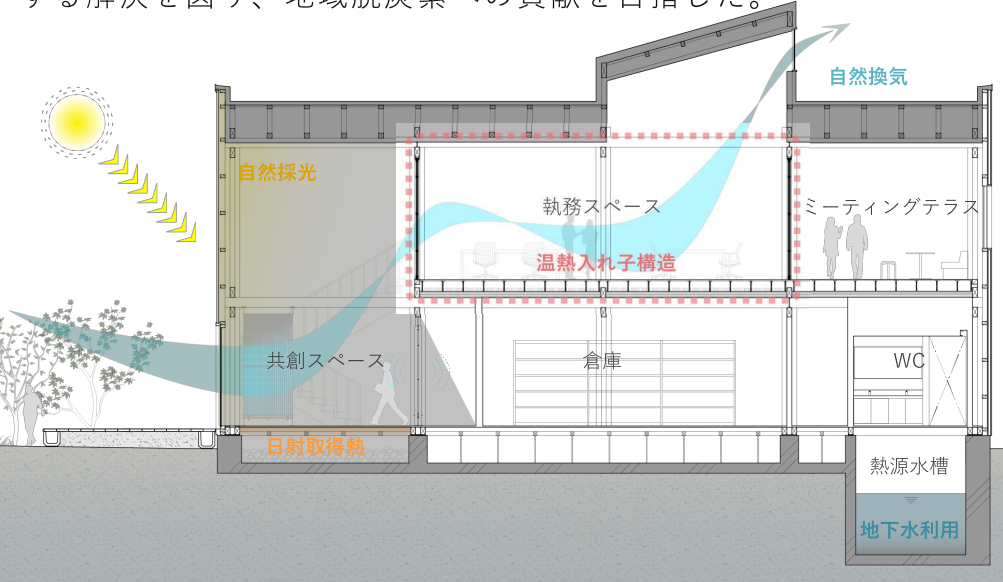
地球環境と人間社会の持続可能な発展のためには、ZEBに代表される「負荷を減らす」設計だけでは、その実現に繋がらない。**建物単体の環境性能を高めるだけでなく、建築に関わる全ての段階でも地球環境に対してポジティブな影響を与え、それが人間社会・経済の成長に繋がる提案にできないかと考えた。**本建物は、このような考えを北海道で広く普及していくことを「**地域脱炭素**」と捉え、その貢献を目標に設計を行った。

□コンセプト・計画概要

亜寒帯湿潤気候に属する北海道では、高い断熱性が求められるゆえに**内外の連続性が失われがち**である。そこで建物構成を**入れ子**とし、執務スペースを過酷な外部から守るように配置した。外部との間に生じた空間は、**縁側のように光や熱の緩衝帯となる半屋外空間**として設え、共創スペースとした。これにABWを組み合わせて、人間らしく、いきいきと働くことのできるワークプレイスを志向した。

一方、北海道の人工林は約50年経過しており、伐採・植樹による森林循環を促す必要があるが、**道産木材の建築使用は非常に少ない**。また戸建住宅用の小断面の一般流通材のみを扱う工場がほとんどである。これらの課題から、**一般流通材を非住宅建築へ適用拡大**させる木架構を開発し、道内森林サイクルやサーキュラーエコノミーへの貢献を図った。

北海道の現代風土から生まれたこれらの課題を、地球環境と人間社会の双方にとってより良くする解決を図り、地域脱炭素への貢献を目指した。



断面図・環境コンセプトダイアグラム S=1：200
建築・設備概要

建築概要		設備概要	
建物名称	北海道地区FMセンター	電気設備	受電
建築主	柳竹中工務店		自家発
設計・施工	柳竹中工務店		照明
建築地	北海道札幌市中央区南20条西9丁目	空調調和設備	コンセント
建物用途	事務所		熱源
構造	木造(在来軸組工法)		空調
階数	地上2階		換気
敷地面積	1897.41㎡		自動制御
建築面積	480.45㎡	給排水衛生設備	給水
延床面積	856.46㎡		排水
最高高さ	8.85m		給湯
工期	2021年4月～11月		消火
環境認証	CASBEE 札幌(自己評価)：Sランク		
	BELS認証：★★★★★(ZEB Ready)、BEI 0.48 BPI 0.56		
	CASBEE-スマートウェルネスオフィス認証：Sランク		

1. 温熱入れ子構造と自然との共存を目指したパッシブ技術

□ 亜寒帯湿潤気候下での自然エネルギーの活用

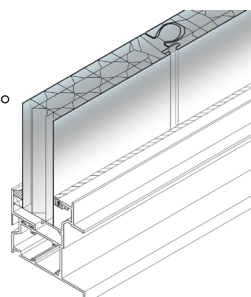
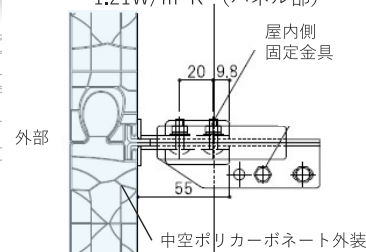
閉鎖的な建物が多い北海道で、自然環境を適切に建物内に取り込むことを目指し、**温熱入れ子構造**を考案した。**自然の力(日射取得熱・自然採光・自然換気)**を活用するため、気象解析を綿密に行い、各種シミュレーションを実施しながら、温熱入れ子構造を構築し、**自然の変化を建物内に穏やかに取り入れるパッシブ計画**を行った。



温熱入れ子構造概念図

□ 高断熱と日射熱取得・自然採光を両立するファサード

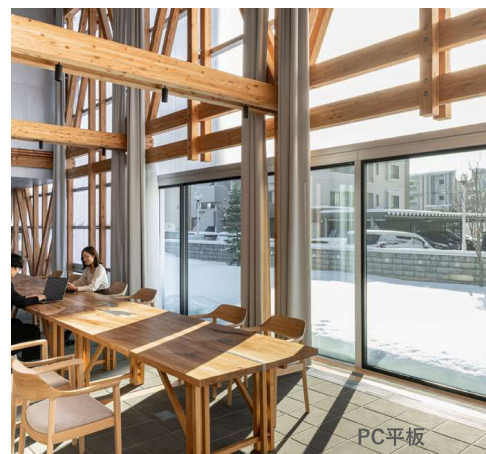
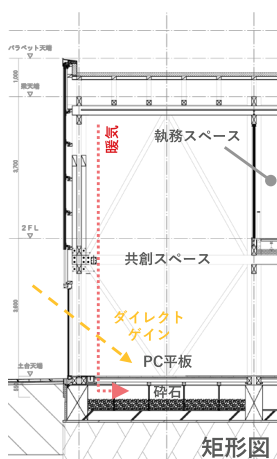
温熱入れ子構造により設置された半屋外空間は、穏やかに外界の変化を取り入れるコンセプトとしている。これを実現するには、一般的にトレードオフの関係となる**高断熱化と日射熱取得・自然採光**を両立する必要がある。南・西面のメインファサードには、太陽からの光や熱を適度に取り入れつつ、複数の空気層により断熱性を確保できる**中空ポリカーボネート外装**(中空PC外装、熱貫流率： $1.21\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$)を採用した。執務時間帯に 300lx 以上の**昼光照度**が確保できている時間割合は約60%以上と、**自然光が十分に導入できていることを確認した**。

中空ポリカーボネート外装
 $1.21\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ (パネル部)

中空PC外装概要

□ ダイレクトゲイン計画

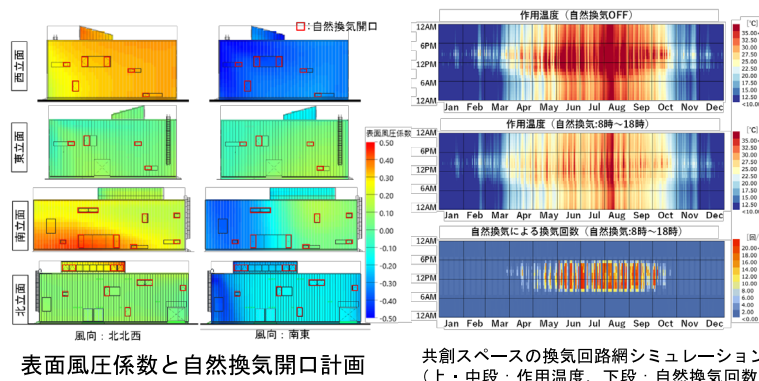
中空PC外装を日射熱取得が期待できる南・西面に採用し、直達日射が到達する共創スペース床面には**熱容量の大きいPC平板**を設けた。2層吹き抜けの共創スペース上部に集まる暖気を1階ピット内に循環させることで、居住域近傍に熱をとどめる工夫を行った。**ピット内には蓄熱を狙い、碎石を充填した**。居住域近傍に熱容量のある建材を意図的に設け、**ダイレクトゲイン・蓄熱**を行うことで、**冬期の空調負荷削減・室温の安定化**を意図した。冬期の実測では、室内温度は概ね **20°C 前後に保たれていた**。



直達日射が当たる共創スペースは熱容量の大きな仕上げ

□ 自然換気計画

周辺建物を含むモデルを用いて気流解析を行い各風向における外壁面の風圧係数の分布を確認した。自然換気が有効と予測される期間の卓越風において、**建築平面計画上の与条件を考慮しながら、風が流入・流出する自然換気口の表面風圧の差をできる限り大きくとれる位置に自然換気口の設定**を行った。運用段階では積極的な窓開けをセンサーにより確認した。



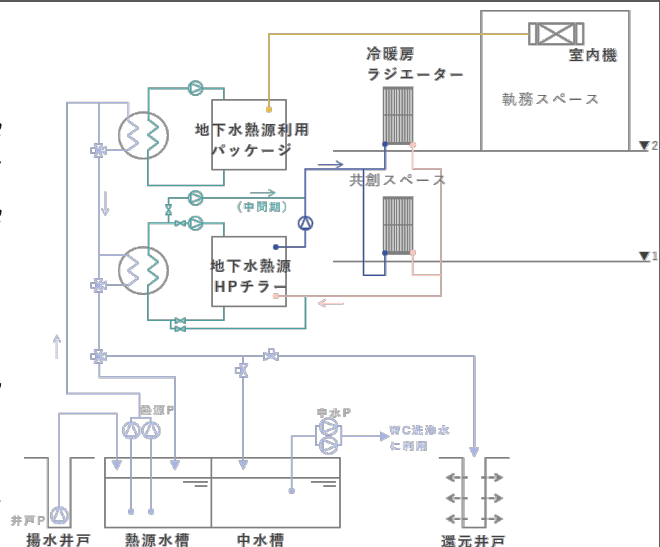
表面風圧係数と自然換気開口計画

共創スペースの換気回路網シミュレーション
(上・中段：作用温度、下段：自然換気回数)

2. 温熱入れ子構造と親和性のある設備システム

□ 熱源システム

生産井戸(150A×70m)から揚水した地下水を熱源水槽に貯水し、各熱源機器へ送水している。地下水熱源HPチラー(以下、WHP)は冷水・温水を生成し、冷暖房ラジエーターへ供給している。中間期は地下水熱を直接利用するフリークーリングを可能としている。執務スペース等においては地下水熱源利用パッケージ(以下、WPAC)とした。熱源として使用した地下水は還温度が冷房時20℃以下、暖房時9℃以上であれば熱源水槽に戻し、そうでない場合は中水槽に貯水し、トイレ洗浄水として供給することで上水使用量を削減させている。中水としての余剰分は還元井戸(200A×40m)にて地下に戻している。



熱源・空調ダイアグラム

□ 共創スペースの空調

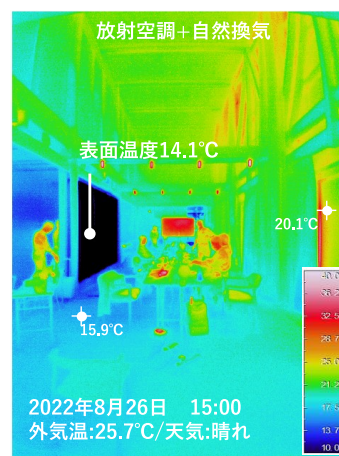
温熱入れ子構造によって設置した半屋外空間においては、執務者と直接熱の授受が可能である冷暖房ラジエーターによる放射空調を採用した。これは大きな気積と約7mの吹抜を有している共創スペースを、膨大なエネルギーを投入して均一な温熱環境にすることとせず、意図的な不均一環境(設計目標SET*15~31℃)を目指したものである。また意図的な不均一環境をコンセプトとしていることから、送水温度は一定(夏期:10~16℃、冬期:36~50℃から設定)とし、室内温湿度等の状況に応じて制御は行っていない。



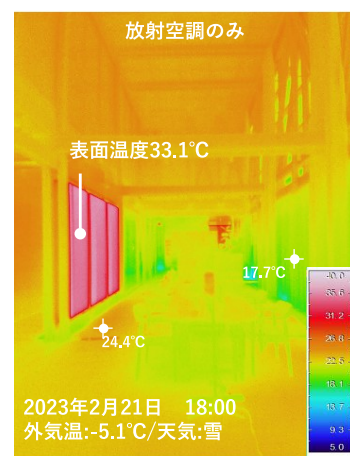
冷暖房ラジエーター

夏期・冬期ともに、冷暖房ラジエーターから床仕上に採用したPC平板表面への冷却・加熱が確認され、二次的な放射空調機器として快適性へ寄与したことが推察された。また窓ガラス(Low-Eペアガラス)は、夏期約20℃、冬期約17℃となっており、放射による表面温度の改善が確認できた。

SET*は一時的な立ち上がり等を除き、概ね設計目標である15~31℃内になっていることを確認した。また執務スペースは安定、共創スペースは設計想定範囲内で緩やかに変化する温熱環境になっていることを確認した。



(a) 夏期

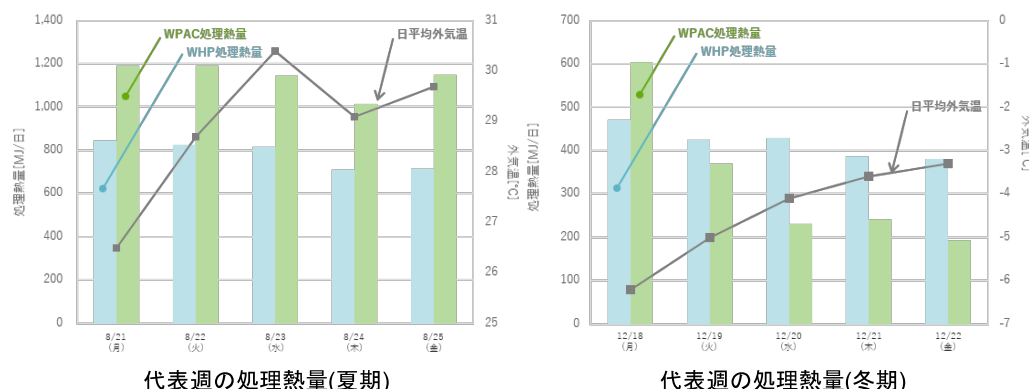


(b) 冬期

共創スペースの熱画像

□ システムCOP評価

夏期・冬期共に、比較的に高効率で運用されているものの、設計コンセプトの通り、WHPの送水温度一定制御を行っているため、時間帯によってはシステムCOPの低下が懸念された。引き続き調査し、快適性と省エネルギー性の改善を目指している。



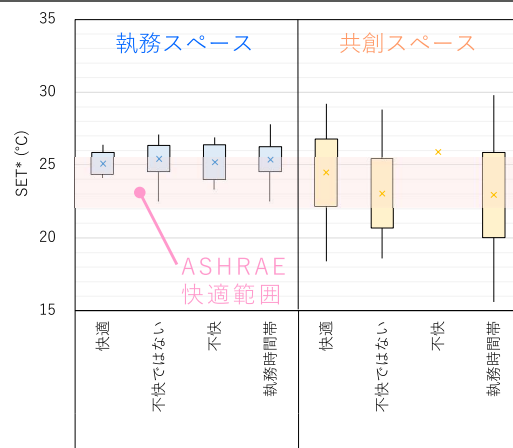
3. 温熱入れ子構造×ABWがウェルネスへ及ぼす影響

□ 快適範囲の拡張

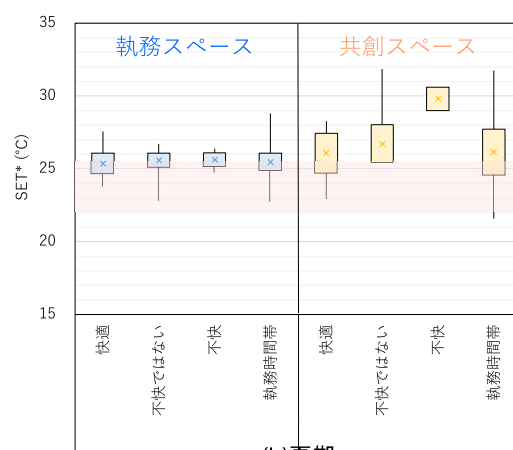
執務者へのアンケートを行い、「快適」に加えて「不快ではない」も含めた範囲が許容範囲と仮定し、そのときのSET*との関係を整理した。執務スペースの許容範囲は、網掛けで示したASHRAE快適範囲に概ね重なっていた。一方、共創スペースは執務スペースより許容範囲が広いと言える。安定した執務スペースに対して、SET*の出現幅が広い共創スペースにおいて、そこでの暑さ・寒さは執務者にとって十分に受け入れる温熱環境であった。温度変動が大きい共創スペースでも許容されている理由として、執務者の熱的適応が考えられる。執務者が気候に対する熱的適応をして、冬期は寒い側へ、夏期は暑い側へ許容範囲が拡張された可能性がある。

SET*がASHRAEの快適範囲から多少外れる共創スペースでも、個人の温熱環境の好みによるABW実践で快適感が向上したと考えられる。半屋外空間において、ABW実践により環境選択権が得られ、従来の均一な環境形成に必要なエネルギーを削減しつつ、執務者の快適性も確保できる可能性が示唆されたと考える。

また積極的な共創スペース利用者においては、ワークエンゲージメントの向上が確認された。



(a) 冬期



(b) 夏期

快適感とSET*

4. 次世代に向けたホールライフカーボン削減計画

□ アップフロントカーボンの削減

本計画は、鉄骨造と木造のアップフロントカーボンの比較件検討を行い、木造を採用している。

木造を採用するにあたり、①道産木材の建築使用自給率は約21%に留まっており、資源循環が進んでいない、②非住宅木造に必要な大断面集成材の生産が極めて限定的である、といった道産木材が有する課題解決も目指した。

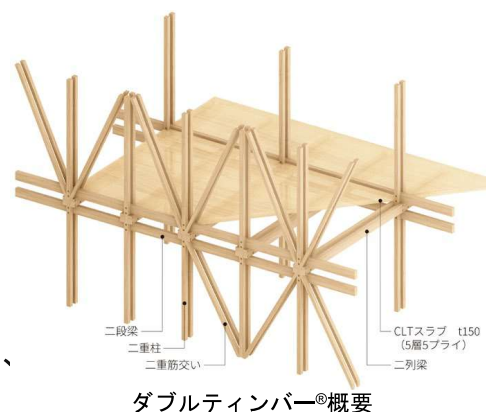
一般流通材(120mm角)を非住宅へ適用拡大させたダブルティンバー®を開発した。柱・梁・筋交いを二重化することで、住宅スケールよりも広い3.64×4.55mのグリッドを構成できるようになり、非住宅に対応可能なスパン構成を実現した。

□ オペレーショナルカーボンの削減

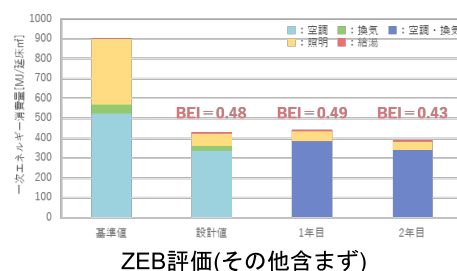
一次エネルギー消費実績は、業務特性上、建物使用日数はWEBプログラムに対して多いものの、運用初年度からZEB Readyを達成した。設計者によるモニタリングと省エネ提案をユーザーへフィードバックすることで、運用2年目はさらに削減することができた。

□ ホールライフカーボン試算

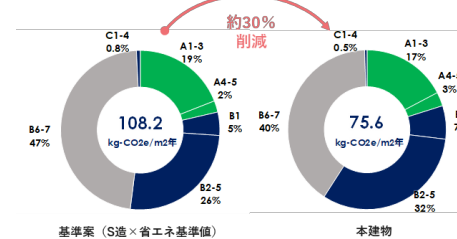
ホールライフカーボンの試算(J-CAT ver.1.0を用いた)結果では、基準案(S造×省エネ基準値)の約30%削減となった。木による炭素貯蔵を考慮する場合、その効果はさらに大きくなる。



ダブルティンバー®概要



ZEB評価(その他含まず)



ホールライフカーボン(60年)試算結果の比較