

積雪寒冷地の地域脱炭素を目指した ZEB オフィス 北海道地区 FM センター

金 田 崇 興・川 幡 祥 太

地球環境と人間社会が持続可能なものとするためには、建築単体の環境性能をいくら追求しようと、その実現にはつながらない。建築に関わる全ての段階で、地球環境に対してポジティブな影響を与えられるような建築が望まれると考えた。本建物は気候風土に配慮した省エネルギー化を図りつつ、建築を通じて地域課題の解決を目指した。本誌ではその概要について紹介する。

キーワード：積雪寒冷地、地域脱炭素、木造、ZEB、ウェルネス

1. はじめに

持続可能な地球環境と人間社会の発展のためには、ZEB に代表される「負荷を減らす」設計だけでは、その実現にはつながらない。建物単体の環境性能を高めつつ、地球環境に対してもより良い影響を与え、それが人間社会・経済の成長につながる提案にできないかと考えた。このような考えを地域ごとに広く普及していくことを「地域脱炭素」と捉え、その貢献を目標に本建物を設計した。図―1 に建物外観、表―1 に建物概要を示す。



図―1 建物外観

2. 実施内容と成果

本建物では地域脱炭素への貢献を目指し、省エネルギー・省 CO₂ を推進することに加え、地域課題の解決や地域経済・社会の成長へつながる技術提案を行った。

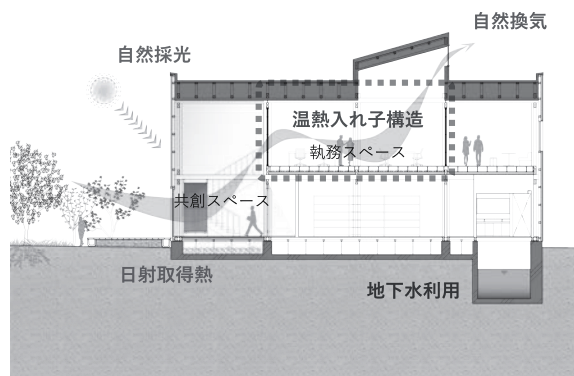
(1) 積雪寒冷地に適応する温熱入れ子構造

(a) 温熱入れ子構造

図―2 に環境コンセプトダイアグラムを示す。北海道では冬の厳しい寒さから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、コアワークを行う執務スペースを過酷な外部から守るように配置した。外部との間にできた空間は、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け、共創スペースとした。自然環境を遮断するのではなく、適切に建物内に取り込むことを目指した計画としている。この空間構成に ABW (Activity Based Working) を組み合わせることで、

表―1 建物概要

建 築 地	北海道札幌市
建 物 用 途	事務所
竣 工 日	2021 年 11 月
構 造	木造
規 模	B0 F2 P0
建 築 面 積	480.45 m ²
延 床 面 積	856.46 m ²



図―2 環境コンセプトダイアグラム

人間らしく、生き生きと働くことができるワークプレイスを志向した。図一3に平面図を示す。

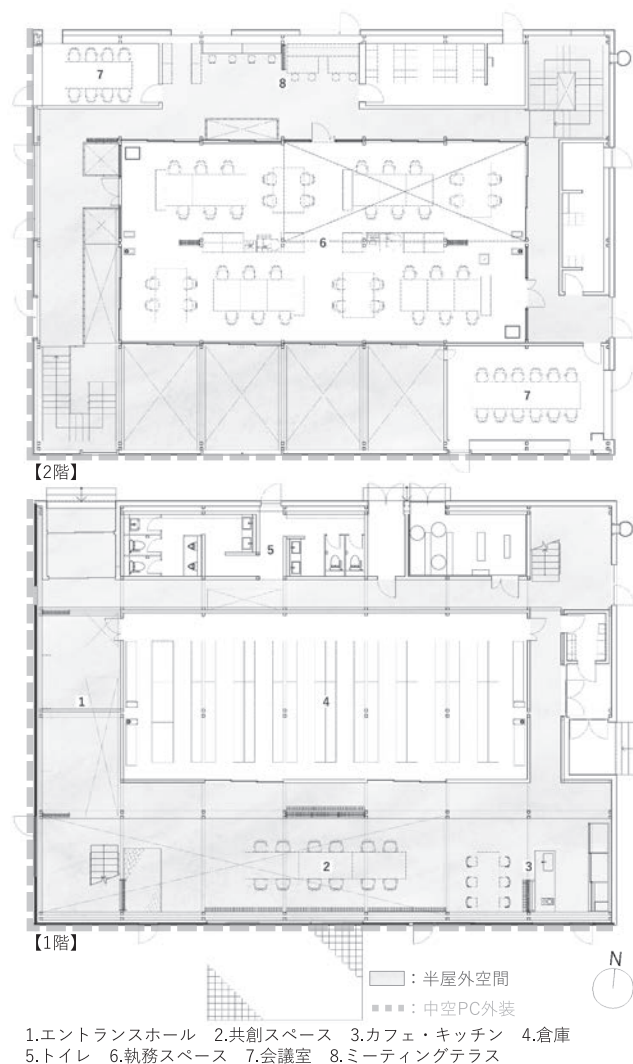
(b) 自然との共存を目指したパッシブ技術

当地の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設計を行い、自然の変化を建物内に穏やかに取り入れることを目指した。主なパッシブ技術としては、ダイレクトゲインと自然換気を採用した。

①ダイレクトゲイン計画

積雪寒冷地の当地では、外気温 18°C 未満となる時間割合が約 76% となり、暖房負荷が占める割合が大きい。そこで高い断熱性能を確保しつつ、積極的な日射熱取得とその蓄熱により暖房負荷の削減をする方針とした。

高断熱化と日射熱取得は、一般的にトレードオフの関係にあるため、両立が必要になる。そこで太陽からの日射を適度に透過させ、高い断熱性能を有する中空ポリカーボネート外装（以下、中空 PC 外装）を適用した。



図一3 平面図

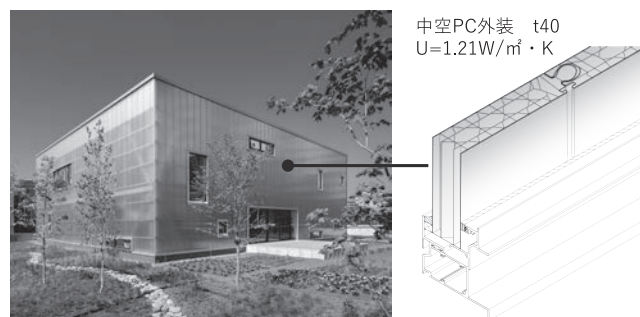
図一4に中空PC外装の概要を示す。日射熱取得が期待できる南・西面のファサードに中空PC外装を採用した。直達光が到達するエリアの床面には熱容量の大きいPC平板を設けた。また二層吹抜となる共創スペースにおいては、天井裏に集まる暖気を1階ピット内へ搬送し、居住域に熱を留めるようにしている。ピット内は碎石を充填し、熱容量の増強を図った。

本建物は木造であり、RC造等と比較し建物自体の熱容量は小さいが、居住域近傍に熱容量の大きい建材を設け、ダイレクトゲイン・蓄熱を行うことで、冬期の暖房負荷削減や室内温熱環境の安定化を狙った。

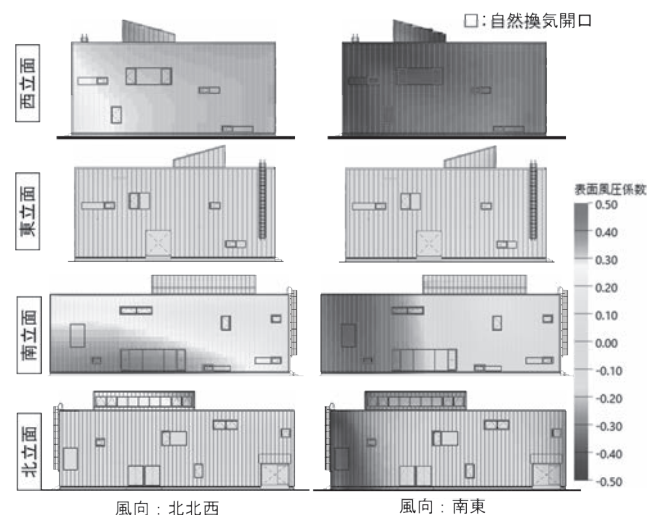
②自然換気計画

当地のように夏期が涼しい地域では、外気温が室内の快適温度に近い時間が多く、自然換気を活用することは空調エネルギー削減に大きく寄与する。室内発熱の除去や冷房負荷の削減に加え、新鮮外気の導入を限られた開口部で効果的に行うことを目的に検討を行った。

検討結果を図一5に示す。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



図一4 中空PC外装概要



図一5 表面風圧係数と自然換気開口計画

風圧の差を、できる限り大きくとれる位置に自然換気口を設定した。自然換気対象床面積に対する有効開口面積は約 $292 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ とした。

自然換気の効果の予測として、換気回路網による年間シミュレーションを行った。自然換気を利用する場合、自然換気をしない場合に比べて、作用温度が $20 \sim 30^\circ\text{C}$ 範囲となる時間が、約 $1.5 \sim 2$ 倍となった。また自然換気の有効時間において、換気回数は約 9 回 / h となった。

(c) 温熱入れ子構造と親和性のある空調計画

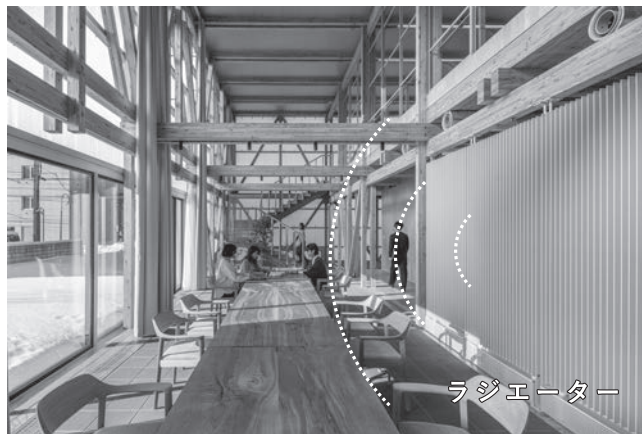
温熱入れ子構造によって、意図的に形成された質の異なる空間の特性に応じて、親和性の高い空調システムを構築した。

① 共創スペースの空調

温熱入れ子構造により設置された半屋外空間である共創スペース等では、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。図—6 に実施状況を示す。これは大きな気積と約 7 m 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を目指さず、意図的な不均一環境（設計目標 SET* $15 \sim 31^\circ\text{C}$ ）を目指した空調である。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とし、室内温湿度等の状況に応じて制御は行っていない。

② 執務スペースの空調

温熱入れ子構造の内側となる執務スペースや会議室においては、パッケージ空調（対流空調）主体とした。執務スペースは天井吹出 + 床吸込方式を採用し、上下温度差の改善や換気効率の向上を図った。また通常備蓄倉庫等に保管する BCP 用の飲料水を OA 下に設置した。熱容量の大きい水を敷設することで、執務スペースの温熱環境の安定性向上を意図した。実施状況を図—7 に示す。



図—6 共創スペース

③ 熱源システム

図—8 に熱源・空調ダイアグラムを示す。生産井戸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とした。熱源として使用した地下水は還り温度が冷房時 20°C 以下、暖房時 9°C 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、トイレ洗浄水等に供給することで上水使用量を大幅に削減させている。中水としての余剰分は還元井戸にて地下水へ戻している。

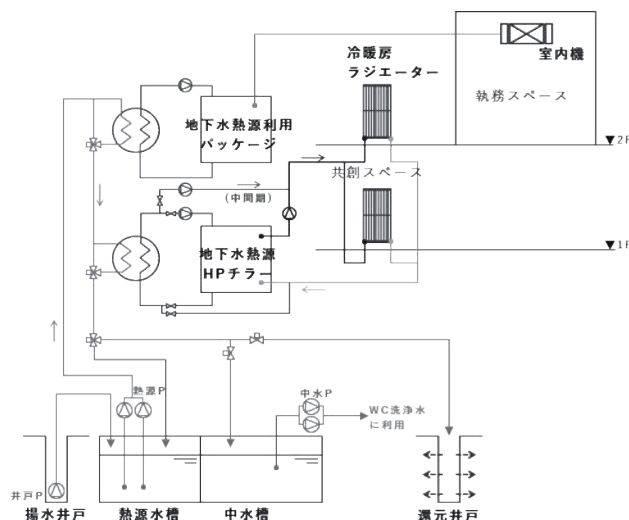
(d) 成果

年間エネルギー実績を図—9 に示す。運用 1 年目に基準値から約 51% の削減となり、ZEB Ready を達成した。運用 2 年目はさらなる削減が確認された。

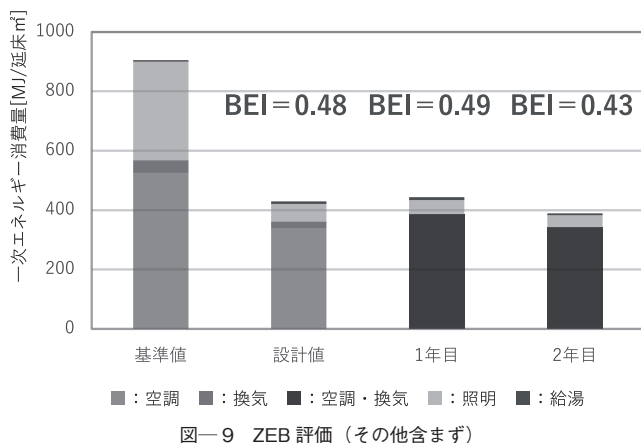
本建物は事業形態上、土日出勤が多いため、空調・換気エネルギーが占める割合が大きいと考えられる。



図—7 執務スペース



図—8 熱源・空調ダイアグラム



少人数・短時間利用となる土日出勤時においては、空調エリアを個室に集約する等の運用改善を行うことで、さらなる省エネルギー化が期待できる。

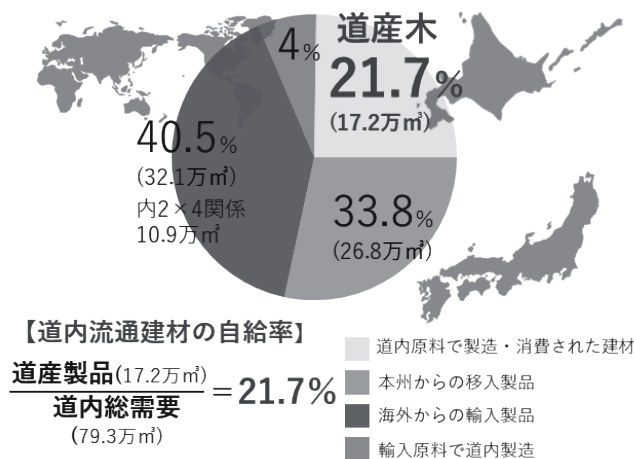
(2) 森林資源循環を促進する新木架構システムの開発

(a) 北海道産木の利活用状況とその課題

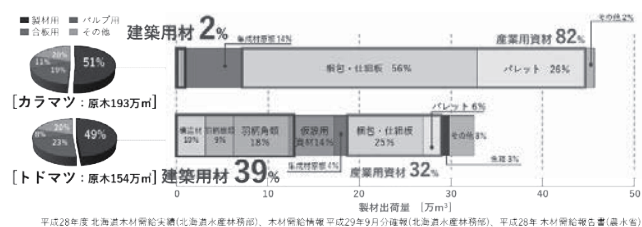
戦後植林された人工林が本格的な伐採期を迎えるなか、道内においても豊富な森林資源活用のニーズが高まっている。しかしながら建築用材の道内総需要量に対する道産材利用率は21.7%程度(図一10)と低調で、特に道産カラマツの製材の建築用材としての利用はわずか2%程度(図一11)に留まるなど、道産木の利活用が進んでいないのが現状である。また道内では一般流通材として戸建住宅用の小中断面集成材の製造・加工体制は充実しているものの、大スパン建物に必要となる大断面集成材の加工体制は本州に比べ極めて限定的で、非住宅木造の計画などでは道産木材を一度道外で製材・加工した後、再び道内の建設現場に運び込む状況もみられる現況にある。

(b) 新木架構システムの開発

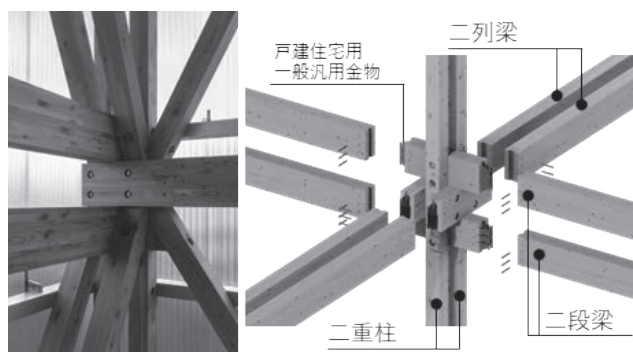
道内の流通事情に合わせ、戸建住宅用として製材された一般流通材の非住宅木造分野への適用拡大を可能とする新たな木架構システムとして「ダブルティンバー」(以下、本システム)を開発した。図一12に本システムの部材構成を示す。120 mm 角の柱を二重配置し、これを束ねるように二列梁を添わせ、直交方向は二重柱の間を通る二段梁で二列梁の上下を挟み込む仕口構成とし、継手は戸建住宅用の汎用金物を採用している。各部材を二重構成とし個材の負担荷重を分散させる本架構システムは、大きな荷重条件・スパン構成となる非住宅建築においても、一般流通材のみの架構構成を可能としている。本計画では本システムの採用により軸組材の全てを一般流通材の道産カラマツ



図一 10 道内の建築用材木の自給率



図一 11 道産木の建築用材の利活用状況



図一 12 本システムの部材構成

集成材とし、そのスパン構成を3.64 m×4.55 mとしている。

(c) 本システムの効果と特徴

①汎用性の高いシステム

一般流通材を活用した在来軸組工法の応用としているため、設計・調達・製作・施工までの全てのフェーズにおいて特殊技術を必要としない汎用性の高いシステムとしている。

②耐震性と執務空間確保の両立

図一13に一般的なモジュールで構成された在来軸組み工法による木架構と、本システム架構の柱・筋交平面配置例の比較図を示す。二重筋交を集約配置することにより、必要な耐震性能の確保と壁で仕切られることのない一体的な空間確保の両立が可能であり、オ

素貯蔵量は約 240 t-CO₂ と本計画による一定の地球環境貢献効果について確認した。

3. おわりに

従来、建物を閉鎖的にすることが定石であった北海道において、綿密な気象解析やシミュレーションを用いて、半屋外空間を挿入する「温熱入れ子構造」を考案した。自然と共生するパッシブ技術の採用や豊富な地下水による設備システムの構築により、運用 1 年目から ZEB Ready 達成を継続している。

また北海道の林業が抱える課題解決を図るためにダブルティンバーを開発し、地産地消や森林資源循環の促進に貢献するとともに、アップフロントカーボンを削減させた。今後、本計画が地域に根づいた「森林ブランドサイクル」を促進する非住宅木造のプロトタイプとして、北海道内に限らず広く全国へ水平展開していく活動の継続が重要である。

地域脱炭素視点での設計は、カーボンニュートラル社会実現に向け必要だと考える。本建物に採用した技術・取組みは、積雪寒冷地において有効な事例として、引き続き水平展開を図っていきたい。

JCMA

【筆者紹介】

金田 崇興（かねだ たかおき）
㈱竹中工務店
東京本店設計部 構造第 2 部門
構造 3 グループ長



川幡 祥太（かわはた しょうた）
㈱竹中工務店
北海道支店設計部
設備グループ主任

