

# 大阪テクノセンターにおけるZEBへの取組み

## Efforts for ZEB of Osaka Techno Center

向井 有希\*1      川原 淳一\*2  
Yuki Mukai      Junichi Kawahara  
池田 賀典\*3      服部 将光\*2  
Yoshinori Ikeda      Masamitsu Hattori

### 要旨

ZEBは2050年カーボンニュートラルの実現に大きく貢献する技術である。当社創業150周年事業の一環として計画された大阪テクノセンターは、『ZEB』の実現を目指しさまざまな要素技術を適用している。その結果、管理棟において、基準ビルに対する一次エネルギー消費量の削減率が101%となり、第三者評価制度BELSにて『ZEB』認証を取得した。また、CASBEE-建築（新築）ではSランクとなっており、省エネルギーに加え環境への配慮および快適性に優れた建物を実現した。本報告では、採用したZEBの要素技術の概要を述べるとともに、『ZEB』の実現に向けて行った設計段階における検証について報告する。

キーワード：ZEB 省エネ BELS 地中熱利用システム 自然換気システム

## 1. はじめに

2020年10月、菅義偉内閣総理大臣は所信表明演説において「2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」ことを宣言した。2020年12月の「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」では、ZEBの普及推進の必要性が述べられ、2050年カーボンニュートラル実現にZEBは大きく貢献する技術といえる。

当社のZEBに関する研究開発の取組みとして、2017年に技術研究所本館を対象にZEB化改修工事<sup>1)</sup>を行い、BELS認証においてZEB readyを取得した。さらなる取組みとして、2021年11月に当社の新たな研究開発の拠点施設としてオープン予定の大阪テクノセンター（以下、本施設）を対象に、自然エネルギーを活用し、創エネルギーによりエネルギー消費量をすべて賄うことができる『ZEB』を目指す計画を行った。

本報告では、本施設に採用したZEB要素技術の概要について述べるとともに、自然エネルギーを活用したシステムについて紹介する。また、『ZEB』の実現に向けて行った設計段階における検証について報告する。

## 2. ZEBの定義

ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）とは、室内環境の質を維持しつつ大幅な省エネルギー化を実現した上で、

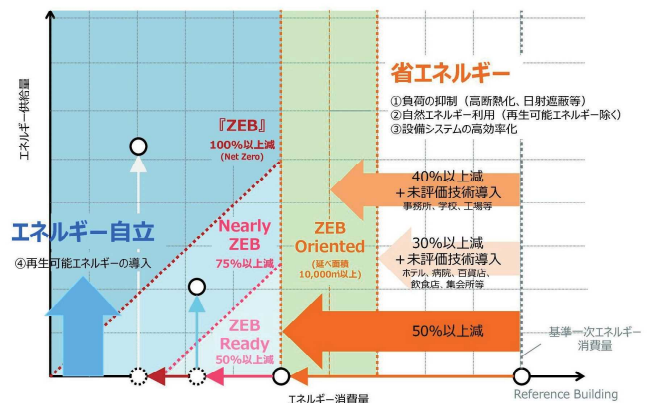


図1 ZEBの定義<sup>3)</sup>

再生可能エネルギーを導入し、年間の一次エネルギー消費量の収支をゼロとすることを目指した建築物である<sup>2)</sup>。現在、ZEBの実現・普及に向けて、以下のとおり4段階のZEBが定義されている<sup>3) 4)</sup>。

**『ZEB』**：年間の一次エネルギー消費量が正味ゼロまたはマイナスの建築物

**Nearly ZEB**：ZEB readyの要件を満たしつつ、再生可能エネルギーにより年間の一次エネルギー消費量をゼロに近づけた建築物

**ZEB ready**：外皮の高断熱化および高効率な省エネルギー設備を備えた建築物

**ZEB Oriented**：外皮の高性能化および高効率な省エネルギー設備に加え、更なる省エネルギーの実現に向けた措置を講じた建築物

\*1 技術研究所 \*2 大阪本店 設備エンジニアリング部 \*3 設計本部 建築設計第1部

また、ZEB の定量的要件を図 1 に示す。『ZEB』であれば、一次エネルギー消費量は再生可能エネルギーを加えて基準建物より「100%以上減」が要件となる。

### 3. ZEB 要素技術

#### 3.1 大阪テクノセンターの概要

表 1 に本施設の概要を示す。本施設は管理棟、実験倉庫棟、駐車場棟の 3 棟で構成されており（図 2）、『ZEB』は管理棟（以下、本建物）を対象に実現を目指した。表 2 に本建物の計画概要を示す。主に執務・研究・ギャラリーの用途として使用される。

表 1 本施設の概要

工事名称	(仮称)KONOIKE テクノセンター新築工事
所在地	大阪府大阪市住之江区南港
設計・監理	株式会社鴻池組大阪本店一級建築士事務所
施工	株式会社鴻池組大阪本店
構造	鉄骨造

表 2 本建物の概要

主要用途	事務所
階数	地上 4 階 塔屋 1 階
建築面積	710.92 m <sup>2</sup>
延べ床面積	2,665 m <sup>2</sup>
構造	免震構造

#### 3.2 外部熱負荷を減らす建築計画

建築計画において建物外部からの熱負荷を積極的に減らす計画とした。外気に接する面積を極力少なくするとともに、外壁面にアルミルーバーを設置し直達日射による熱負荷を低減させる。また、東面に設備機器用のバルコニーを配置することで開口部を減らし、熱負荷の緩和を図っている。

#### 3.3 採用した ZEB 要素技術

本建物は、各種省エネルギーおよび創エネルギー技術の導入により『ZEB』の実現を目指すとともに、災害時に備えた BCP 性能の向上や快適な居住空間の実現を目指し計画した。採用した ZEB 要素技術を表 3 に示す。また、主要要素技術を省エネルギーと創エネルギーに分類したものを以下に示す。

##### ○省エネルギー

外的要因の抑制と自然エネルギーの活用によるエネルギーの負荷削減・効率的運用



図 2 外観パース

表 3 ZEB 要素技術の概要

省エネ項目		要素技術一覧
断熱	建築外皮	高性能断熱材
		Low-E複層ガラス（アルゴンガス封入）
		高性能窓
空調・換気	熱源機器	高効率エアコン
		地中熱ヒートポンプ
	ポンプ	インバーター制御ポンプ等
	空調機器	全熱交換器+CO2制御 輻射冷暖房システム
照明	照明機器	制御付LED照明
		センサー類
再エネ他	再生可能	太陽光発電パネル
		地中熱（場所打ち杭鉄筋カゴを利用）
		自然換気システム
		クールトレンチ床吹き出し（免震ピット利用）
電源	受変電設備	高効率トランス
	監視部	中央監視装置、伝送装置、通信装置
		伝送装置（リモートステーション）
	管理部	BEMS装置
他	デジタルサイネージ	
EV	高性能	可変電圧可変周波数制御方式（回生発電あり）

〔採用技術〕地中熱利用システムによる輻射冷暖房、自然換気システム、Low-E 複層ガラス（アルゴンガス封入）、高性能断熱材、高効率型空調機・全熱交換器、照明制御システム、高効率トランス、免震ピットを利用したクールトレンチ床吹き出し

##### ○創エネルギー

再生可能エネルギーの活用による一次エネルギー消費量の削減と補完

〔採用技術〕太陽光発電システム、回生 EV による蓄電システム

アンダーラインは自然エネルギーを活用した技術であり、次章において省エネルギーに分類された要素技術について述べる。

## 4. 自然エネルギーの活用

ZEB においては、周辺環境や室内環境を適正に保ちつつ建物の負荷を抑制し、その上で光や風などの自然エネルギーを積極的かつ効率的に活用することが求められる。これによりエネルギーの需要を減らすとともに、必要となる需要についてはエネルギー消費量を最小限とすることで、導入設備の小容量化や運用時のコスト低減につなげることができる。

### 4.1 地中熱利用システムによる輻射冷暖房

#### 4.1.1 地中熱利用システム

空調熱源として一般的な空気熱源ヒートポンプに加えて、地中熱交換器を利用した熱源水循環による地中熱ヒートポンプチラーを採用した。地中温度は年間を通じて安定しており、地中と外気との温度差を利用することで効率的な運転ができる。その結果、CO<sub>2</sub>の抑制および電力消費量の大幅削減が可能となり、環境性能および省エネルギー性能の向上が期待できる。本計画では、基礎杭方式の地中熱利用ヒートポンプシステムを導入しており、場所打ち杭の鉄筋かごにUチューブタイプの熱交換器を固定し埋設する(図3、写真1)。本建物に採用した地中熱利用設備の仕様を表4に示す。

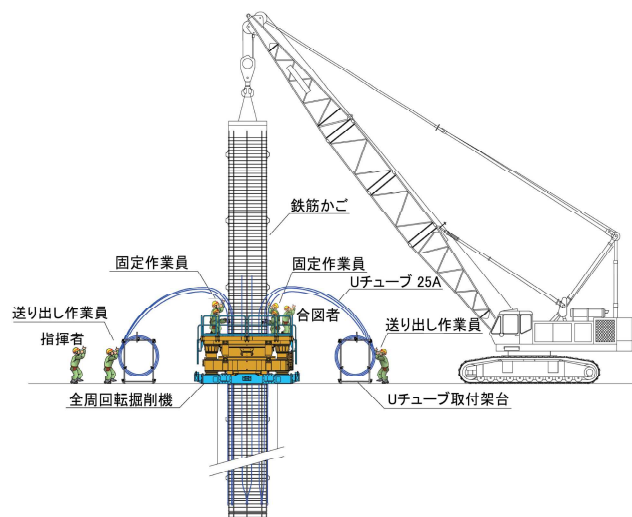
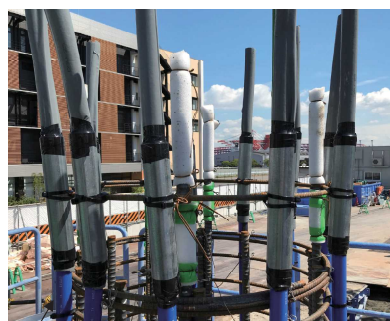


図3 基礎杭方式 施工例<sup>5)</sup>



Uチューブ  
写真1 杭頭廻り配管

表4 地中熱利用設備の仕様

地中熱交換用パイプ仕様	高密度ポリエチレン管 (PE100) Uチューブ
杭内管仕様	Uチューブ 25A×6 対/杭
杭頭配管方式	直列・並列併用方式 (3 対直列×2 並列)
杭長さ	42m
循環流体	水



写真2 除湿型輻射パネル 設置例<sup>6)</sup>

#### 4.1.2 輻射冷暖房システム

地中熱ヒートポンプチラーを熱源とした輻射冷暖房システムを1階打合コーナーおよび事務室に導入する計画とした。輻射冷暖房システムは熱の移動を利用した空調で、ドラフトによる不快感や室内の上下温度のムラを小さくすることができる。また、搬送動力や空調ファン動力を削減ことができ、快適性および省エネルギー性の優れた空調システムといえる。本計画では、打合コーナーには除湿型輻射パネル(写真2)、事務室には天井輻射パネル(図4)を設置する。除湿型輻射パネルは、夏期において、パネル表面を結露させることで冷却除湿の効果も期待している。



図4 輻射冷暖房システム (天井輻射パネル)



### 4.2 クールトレンチ床吹出し

免震装置のための地下ピットをクールトレンチとして利用する計画とした。建物に取入れる外気を一度クールトレンチに取込み、地中の温度によって夏期は予冷された空気を室内に送ることで、外気負荷を低減させることができる。本計画では、免震ピットにファンを設置し、クールトレンチからの外気を建物内に取り入れるとともに、クールトレンチを通した外気をファンコイルおよび空調機に利用する計画とした。図5にクールトレンチシステム図を示す。クールトレンチにより、夏期は予冷された空気をファンコイルおよび空調機に取込むことで、空調負荷の削減を図った。

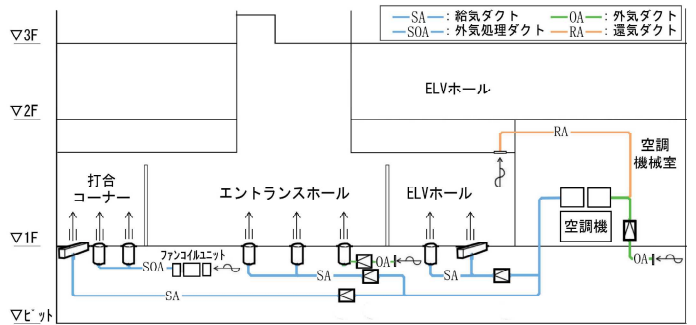


図5 クールトレンチシステム図

### 4.3 自然換気システム

自然換気システムは、外部風や室内外の温度差を利用する換気方式である。屋外の方が室内よりも温湿度条件が優れている場合に自然換気窓から外気を取り入れ、室内部で発生した熱を排熱することにより、冷房負荷の低減を図る。

図6に本建物における自然換気システムの概要を示す。建物中央に吹抜（以下、エコボイド）を設け、煙突効果により換気を行う。図7にエコボイドを示す。1階および3階に設置した自然換気窓より外気を取り入れ、エコボイドを経由して頂部に設けた自然換気窓（図8）より排気を行う計画とした。また、空調システムと連携させ、自然換気と機械による空調を同時に行うハイブリッド換気システムを構築している。本システムでは各種センサーにより外部気象条件を測定し、表5の条件を全て満たした場合に自然換気が有効であると判断し、自然換気窓を開放する。

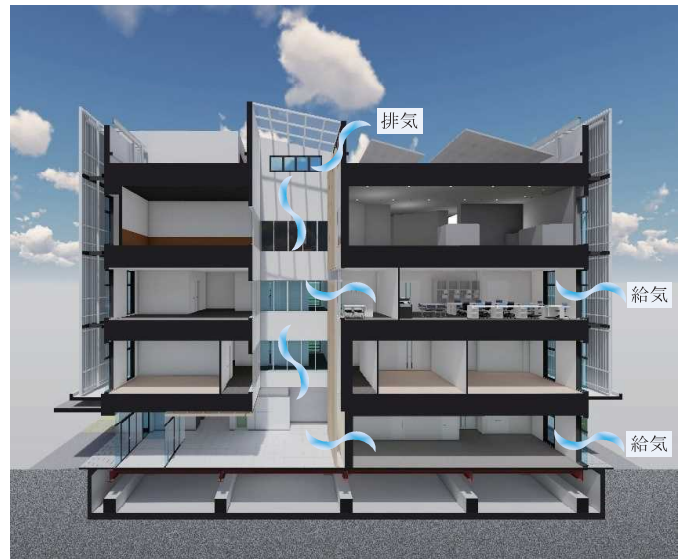


図6 自然換気システム

表5 自然換気有効判断条件

① 外気下限温度(15℃) < 外気温度(計測値) < 室内温度(計測値)
② 外気エンタルピー(演算値) < 室内エンタルピー(演算値)
③ 外気露点温度下限値(5℃) < 外気露点温度 < 外気露点温度上限値(19℃)
④ 非降雨中(計測値)
⑤ 外気風速(10m/s) < 外気風速(計測値)

### 4.4 熱環境シミュレーション

空調方式が適正であるかを確認するため、CFD解析を用いて1階エントランスホールの夏期ピーク時における温度のシミュレーションを行った。解析には「STREAM ver. 14」を使用した。表6に設計室内条件、表7に解析条件を示す。外気条件は国土交通省基準を使用し、室内の吹出口は図9に示す通り設定した。断面図を図10に示す。

表6 設計室内条件

室名	夏期温度(℃)	人員(人)	照明単位負荷(W/m <sup>2</sup> )	コンセント単位負荷(W/m <sup>2</sup> )
エントランスロビー	28	10	9	17
EVホール	28	2	32	6
打合コーナー	26	10	7	30



図7 エコボイド

図8 自然換気窓<sup>7)</sup>

表7 解析条件

・層流/乱流	: 乱流モデル
・解析領域	: 21.1m×23.6m×16.7m
・要素数	: 13,386,384 (メッシュ 297×313×144)
・最小メッシュ幅	: 0.014m×0.017m×0.020m
・初期条件	: 初期温度 20℃
・外気温条件	: 夏期 35.4℃
・日射条件	: 夏期、中間期設定

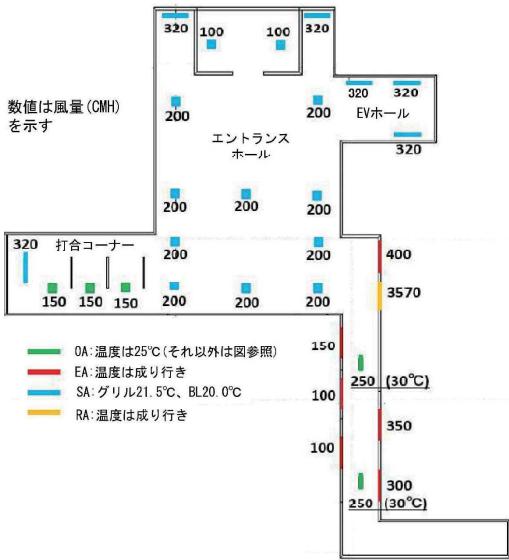


図9 吹出口設定条件 (1階平面図)

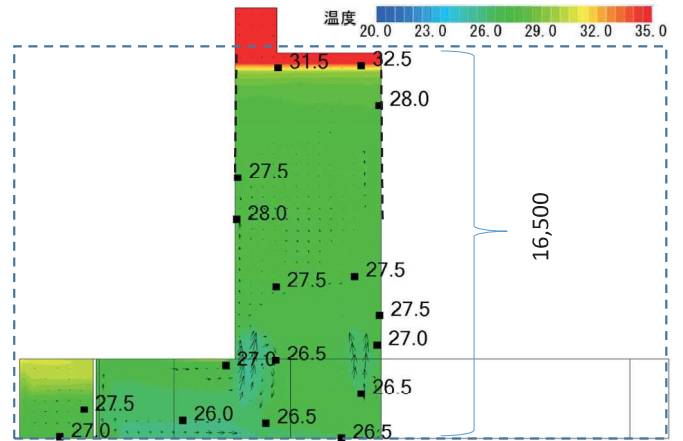


図12 温度分布 (断面図)

図11、図12にシミュレーション結果を示す。室内温度は概ね設計条件となる28°C以下となっており、良好な結果を得た。

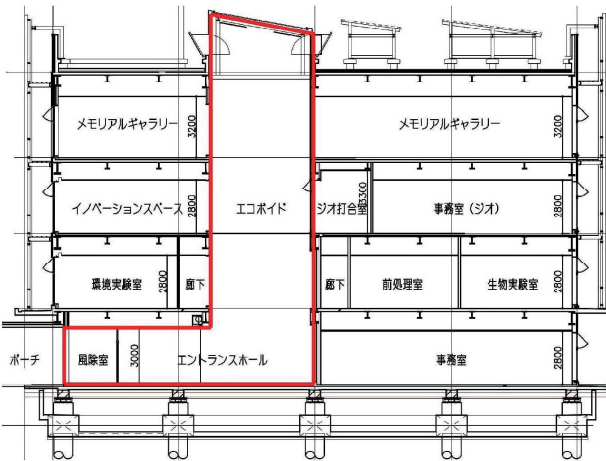


図10 断面図

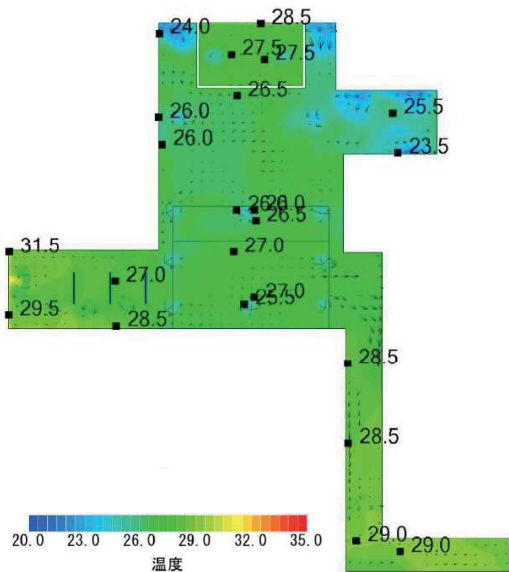


図11 温度分布 (1階平面図)

## 5. ZEBの検証とBELS・CASBEE認証

### 5.1 WEBプログラムによるZEBの検証

建築物のエネルギー消費性能計算プログラム(非住宅版)(以下、WEBプログラム)により一次エネルギー消費量を算出し、ZEBの検証を行った。設計の計画段階より『ZEB』の実現を目標に設定し、計画の変更毎にWEBプログラムにて計算を繰り返し、試行錯誤を重ねて機器の仕様やシステムを確定した。

図13に設計時のエネルギー消費性能結果を示す。基準一次エネルギー消費量に対する設計一次エネルギー消費量の削減率が52%、創エネルギーは49%、足して101%となり目標の『ZEB』を達成した。主に空調、照明によるエネルギー消費量の大幅削減に加え、再生可能エネルギーである太陽光発電の導入により達成することができた。

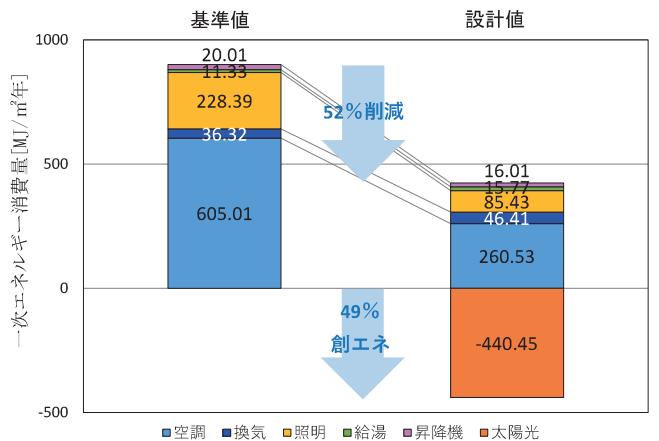


図13 エネルギー消費性能結果

## 5.2 BELS 認証

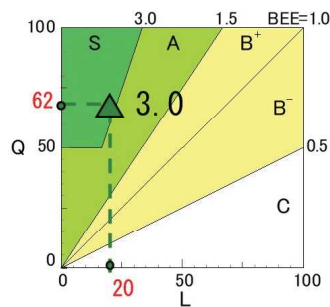
設計時点の仕様において、第三者評価制度である BELS (Building-Housing Energy-efficiency Labeling System: 建築物省エネルギー性能表示制度) 評価申請を行い、最高評価の☆5 (ファイブスター) および『ZEB』認証を取得した (図 14)。

## 5.3 補助金

ZEB の普及のための施策のひとつに補助金制度がある。環境省の「ZEB 実現に向けた先進的省エネルギー建築物実証事業」では、ZEB に資するシステム・設備機器等の導入に際して費用の一部を補助する制度を設けている。本建物においても、2020 年度および 2021 年度の補助金の交付が決定している。

## 5.4 CASBEE-建築 (新築) 認証

CASBEE-建築 (新築) は、新築時における設計内容に基づき建築物の環境配慮や室内の快適性、景観への配慮などを総合的に評価するツールである。Q (Quality: 環境品質) および L (Load: 環境負荷) をそれぞれ採点し、その結果を基に算出される BEE (Built Environment Efficiency: 環境効率) を指標として評価し、5 段階のランクで表される。図 15 に CASBEE 建築評価結果を示す。本建物の BEE は 3.0 で、最高評価の S ランクとなった。今後 CASBEE 建築評価認証の取得を予定している。



## 7. まとめ

当社の新たな技術開発拠点となる大阪テクノセンターにおいて、『ZEB』の実現を目指し設計を行った。さまざまな要素技術の適用や ZEB の検証を行い、設計時の最終的な一次エネルギー消費量削減率は 101% となり『ZEB』を達成することができた。また、採用した要素技術の中で、特に自然エネルギーを活用した地中熱利用システム、クールトレンチ、自然換気システムについて紹介するとともに、空調・自然換気システムについては熱環境シミュレーションを行い、快適な室内空間の実現に向けた検証を行った。さらに、BELS にて『ZEB』認証を取得するとともに、CASBEE-建築 (新築) では S ランクとなっており、省エネルギーに加えて快適で環境に配慮した建物であることを確認することができた。

「2050 年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現」を達成するためには、ZEB の技術は必要不可欠である。ZEB の普及に向けては、補助金による実証事業を始めとするさまざまな制度開発が進められている。当社においても、ZEB 実現に向けた業務支援を行う「ZEB プランナー」に 2019 年に登録し、ZEB の普及のための活動を行っている。

今回のように、自社施設において先進の環境配慮型の技術を導入していくことで、運用面も含めたエネルギー削減への挑戦を続け、ZEB の普及に向けた技術開発やお客様の要求に応じた適切な提案に努めていく所存である。

## 参考文献

- 1) 林宜夫・安藤慎二・花田俊之・川原淳一・熊井晴彦・伊藤真二: 技術研究所本館 ZEB 化改修工事におけるアトリウム熱環境シミュレーション、株式会社鴻池組技術研究報告、Vol. 27, pp. 37-42, 2017. 7
- 2) 環境省: ZEB PORTAL、  
<http://www.env.go.jp/earth/zeb/detail/01.html>
- 3) 経済産業省資源エネルギー庁: 平成 30 年度 ZEB ロードマップフォローアップ委員会とりまとめ、2019. 3
- 4) 経済産業省資源エネルギー庁: 平成 27 年度 ZEB ロードマップフォローアップ委員会とりまとめ、2015. 12
- 5) 三菱マテリアルテクノ株式会社: <https://www.mmtec.co.jp/>
- 6) ピーエス株式会社: <https://ps-group.co.jp/>
- 7) 株式会社 LIXIL: <https://www.lixil.co.jp/>