

## し尿衛生センターにおける既設管理棟の ZEB 化可能性検討事例

日本水工設計(株) 東京支社 山内崇志

し尿受入施設内にある管理棟の調査及び現状把握を行い、管理棟の ZEB 化可能性検討を実施した。管理棟は建設から 40 年経過し老朽化が進んでおり、また、施設の使用状況が変化しているため現状に合わせて ZEB 化可能性検討を実施した。

本報告では、国が建築物の脱炭素、省エネルギー化を推進するための枠組みである ZEB 制度について概要を述べるとともに、ZEB 実現までの検討手順、下水道施設に適用する場合の可能性について述べるものである。

*Key Words* : ZEB、脱炭素、省エネルギー化

### 1. はじめに

本検討は、A 市衛生センターの概略施設整備計画の策定に際し、実施した。衛生センター管理棟(以下「本施設」という)は昭和 50 年頃に建設されており、これまで設備等を改築してきた。本施設の ZEB 化可能性検討にあたり、既存建築物関係の資料収集と現地調査を実施し、使用状況等を確認した(表-1 に示す)。建設から 40 年以上経過していることもあり、主な建築設備は更新されている。また、施設の使用状況も異なるため、ZEB 化可能性検討に当たっては現状の使用状況に応じた検討を行った。

表-1 建築、建築設備概要

項目	内容
建物構造	RC造 地上2階建
建築面積	195.12㎡
延床面積	390.84㎡
建物仕上(外皮性能)	モルタル+吹付材
建築設備仕様	
空調設備	水冷式パッケージ形空調和機 空冷式パッケージ形空調和機
換気設備	天井埋込換気扇 壁付換気扇
給排水衛生設備	給水：直結直圧給水方式 排水：重力式、場内施設放流 給湯：局所給湯方式(ガス給湯器) ガス：LPG
幹線動力設備	三相3線式200V
弱電設備	照明設備：蛍光灯 コンセント設備

## 2. ZEB について

### 2-1. ZEB の定義と位置付け

ZEB（ゼブ）とは、「Net Zero Energy Building(ネット・ゼロ・エネルギー・ビルディング)」の略称であり、消費する年間の一次エネルギー収支をゼロにすることを旨とした建物を言う。省エネルギー化により使用エネルギー量を削減し、再生可能エネルギー（創エネ）の導入により、エネルギー消費量を正味（Net）ゼロにすることを目的としている。ZEB 制度は、国が政策目標として掲げている「第 4 次エネルギー基本計画（2014 年 4 月閣議決定）」において、「建築物については、2020 年までに国を含めた新築公共建築物等で、2030 年までに（全ての）新築建築物の平均で ZEB の実現することを目指す」としていることを受け、この政策目標の実現

に向け整備されたものである。この制度は、既設建築物の改修においても導入が可能となっている。また、既設建築物への ZEB 導入の流れを図-1 に示す。

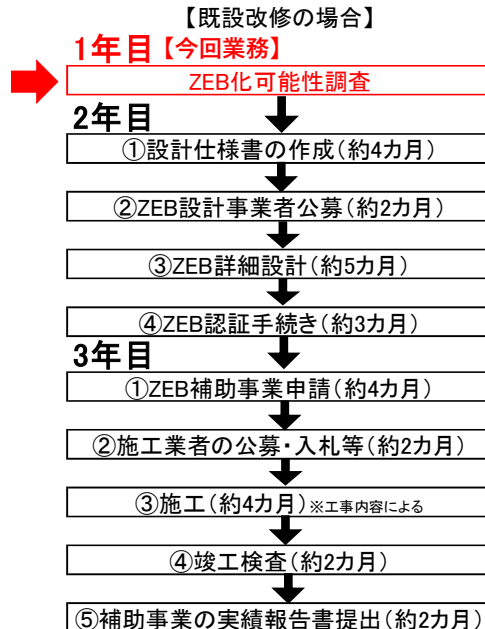


図-1 既設改修の ZEB 化の流れ

### 2-2. ZEB シリーズ

ZEB は、対象建物の状況に応じ、以下に示す 4 つに区分されたシリーズに当てはめ評価する。

#### ①ZEB（ゼブ）

「省エネ+創エネ」で基準一次エネルギー消費量から 100%以上の一次エネルギー消費量削減を目指す。

#### ②Nearly ZEB（ニアリー ゼブ）

「省エネ+創エネ」で基準一次エネルギー消費量から 75%以上の一次エネルギー消費量削減を目指す。

#### ③ZEB Ready（ゼブ レディ）

省エネで基準一次エネルギー消費量から 50%以上の一次エネルギー消費量削減を目指す。

#### ④ZEB Oriented（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル・オリエンテッド）

延面積 1 万 m<sup>2</sup> 以上で一次エネルギー消費量の削減を実現し未評価技術を導入する。

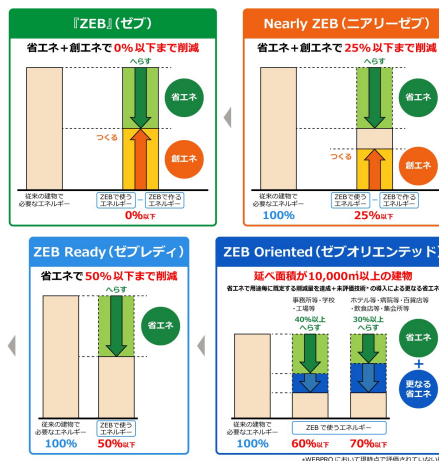


図-2 ZEB シリーズについて  
(環境省 HP ZEB PORTAL より引用)

### 3. 本施設における検討内容

#### 3-1. ZEB 化改修方針

本施設の可能性検討における改修方針について以下に示す。

- ① 建築設備の設備容量を見直し、ダウンサイジング化によって、ZEB の水準までエネルギー性能を高めた。
- ② 通常の改築設計時に使用する汎用技術を組み合わせることにより、大幅なコストアップを避けながら、汎用技術を効果的に導入する方針とした。
- ③ ZEB を達成するために、建物の断熱性能向上と設備の省エネルギー化を図った。
- ④ 太陽光発電による創エネ導入について検討した。

#### 3-2. 導入可能な汎用技術

本施設で活用する汎用技術の種類を以下①～③、図-3 に示す。

##### ①PASSIVE (パッシブ技術)

- ・外皮断熱：建物外皮（屋根、壁、床等）部分を、断熱することで熱の出入りを抑制し、室内温度を快適に保つために必要なエネルギーを少なくする。
- ・窓断熱：建物の開口部（主に窓ガラス）は、外皮の中でも最も熱の出入りが多いことから、断熱性能が高いガラス種別を採用することで、熱の出入りを抑制する。
- ・日射遮蔽：屋根や外壁、窓から侵入する日射を遮蔽し、冷房負荷を抑制する。

##### ②ACTIVE (アクティブ技術)

- ・高効率空調：使用する空調設備について高効率空調を導入する。
- ・高効率照明：高効率の LED 照明器具の採用や、昼光を利用した照明制御を導入する。

##### ③CREATE (創エネ技術)

- ・太陽光発電システム

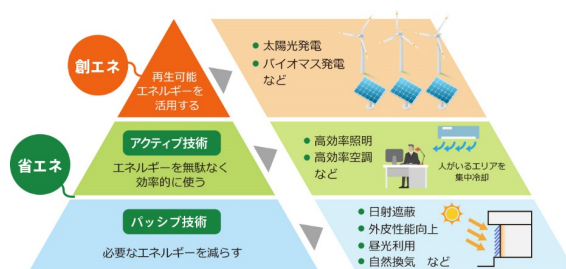


図-3 ZEBで活用する汎用技術について  
(環境省 HP ZEB PORTAL より引用)

#### 3-3. ダウンサイジングについて

ダウンサイジングとは、設備の改修時に設備容量を見直し、最適化することをいう。改修でZEB化を実現する際に効果的な技術として、多くの既存建築物における取り組みとし

て重要な手法となっている。ダウンサイジングは、使用実態やエネルギー消費量の実態を踏まえることが重要であり、これまでの設計では、必要な能力に対して将来増設や外部環境の変動を考慮し、余裕を見込むことが慣習となっているところをクリティカルな設計することで、省エネルギー化の効果が得られる。本施設においても、建設時と現在では建物使用状況や運用人数が異なるため、使用していない室、設備等があり、現在の使用状況に応じて設備容量の最適化を図った。

### 3-4. 本施設の ZEB 化改修概要

ZEB 化改修方針に基づく、本施設の改修内容を表-2 に示す。

表-2 管理棟の改修概要

項目	改修内容	備考
外皮断熱	壁：吹付硬質ウレタンフォーム t25+GBt12.5+EP 塗改修 天井裏：吹付硬質ウレタンフォーム t25 窓：複層ガラス	
高効率空調	空冷式パッケージ形空調機	<ul style="list-style-type: none"> <li>・各室空調方式に変更</li> <li>・空調負荷能力を現状の 400W/m<sup>2</sup>から 200W/m<sup>2</sup>にダウンサイジング</li> </ul>
高効率照明	全館 LED 照明に改修 照明制御導入	<ul style="list-style-type: none"> <li>・初期照度補正機能</li> <li>・タイムスケジュール機能</li> <li>・明るさ検知制御</li> <li>・在室検知制御</li> </ul>
太陽光発電システム	独立型、架台設置形 200 m <sup>2</sup> ～	<ul style="list-style-type: none"> <li>・太陽電池種類（結晶系）</li> <li>・レイのシステム容量 (11.25kW、21kW)</li> </ul>

#### 外皮断熱について

既存の外壁へ熱伝導率が低い、硬質ウレタンフォームを吹付け、また、窓を断熱性能が高い複層ガラスに交換し、各居室の断熱性能を向上させる。なお、複層ガラスとは、2 枚のガラスの間に中空層を設けて、そこに熱伝導率が低い乾燥した空気や、より熱伝導率が小さいアルゴンガスやクリプトンガスを封入することで、断熱性能を高めたものである。

#### 高効率空調

既存の空調は、使用実態に合致していない機器構成となっていた。そのため、使用していない室は空調を取り止め、各室に空調機器を設置する個別熱源方式を計画した。既存の空調機器能力から、床面積あたりの空調能力 (W/m<sup>2</sup>) を算出したところ、400W/m<sup>2</sup>であり一般的な事務室に必要な空調能力 105～230 W/m<sup>2</sup>に比べて過大であったため、200 W/m<sup>2</sup>にダウンサイジングを行った。

#### 高効率照明

既存の蛍光灯を高効率照明の LED 照明に更新する。照明制御として、初期の段階で過剰な明るさが出ないように調整する初期照度補正機能や、在室や使用時間帯のみに照度をコ

ントロールするタイムスケジュール機能による効率的な照明制御を計画した。

### 太陽光発電システム

敷地内の本施設周辺を対象に、太陽光発電システムが設置可能なスペースを検討した。また、使用する太陽光パネルは、発電効率がよく、一般的に最も普及、使用されている単結晶シリコン系ソーラーパネルを使用する計画とした。

### 3-5. ZEB 評価の確認方法について

ZEB 化改修概要に基づき、第三者認証機関による評価基準を利用し ZEB に該当するかについて確認を行う。ZEB の評価には、一般的に BELS（建築物省エネルギー性能表示制度）が利用されており、ZEB と BELS の評価には、同じ BEI（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割合）という指標が用いられている。一次エネルギー消費量とは、建築物のエネルギー消費性能を評価するときの評価指標であり、このため建物の直接的なエネルギー消費量を示す。数値が小さいほど省エネ効果は大きい。また、BEI とは、BELS で使用される一次エネルギー消費量の基準の水準としての指標であり、このため ZEB の評価でも建築物省エネ法と同様に、BEI を用いる。BEI は、国立研究開発法人建築研究所が公表している建築物のエネルギー消費性能計算プログラムを使用して計算する。再生可能エネルギーを除き  $BEI \leq 0.50$  の場合に「ZEB Ready」、さらに再生可能エネルギー導入によって  $0.00 < BEI \leq 0.25$  となる場合には「Nearly ZEB」と判定し、また、 $BEI \leq 0.00$  となる場合には「ZEB」と判定する。

### 3-6. 本施設の ZEB 評価の結果について

本施設の ZEB 評価の結果について、エネルギー消費性能計算プログラムの入力を行い、BEI の算出を行った。BEI 算出では、建築及び建築設備の改修のみで ZEB が達成可能か確認する必要があるため、太陽光発電システム（創エネ）を導入しない場合と、導入した場合の 2 パターンで確認した。判定の結果、前者の BEI は 0.4 となり、すなわち  $BEI \leq 0.50$  に該当するため ZEB Ready の達成が見込まれ、また後者の BEI は -0.34 となり、すなわち  $BEI \leq 0.00$  に該当するため、ZEB を達成していることを確認した。（図-4）

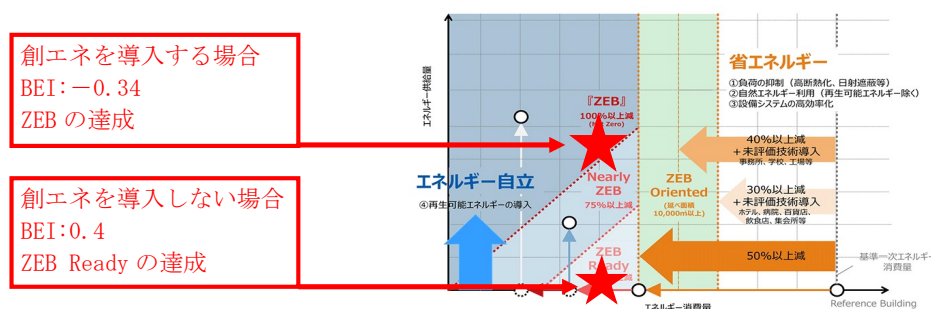


図-4 管理棟の ZEB 評価結果  
(環境省 HP ZEB PORTAL より引用)

## 4. まとめ

### 4-1. 本施設の ZEB 化改修事業の今後について

表-3 に、本施設の ZEB 化に必要となる費用についてとりまとめた。ZEB を達成するためには、太陽光発電システムの導入が必要となるが、全体工事費の 40% 近くを太陽光発電システムが占めている。これらを踏まえ、現在、A 市では ZEB 化の導入実施と導入する段階について検討を行っている。

表-3 管理棟の ZEB 化改修概算工事費

単位：千円

項目	内容	概算工事費	備考
外皮断熱	硬質ウレタンフォーム 吹付け工法+建具改修	8,600	
高効率空調	空冷式パッケージ形空調機 全熱交換器	30,000	動力設備更新含む
高効率照明	LED 全館設置、 照明分電盤更新	9,000	
太陽光発電システム	結晶系太陽光パネル、 屋外架台設置	24,000	
合計		71,600	

### 4-2. 下水道施設における ZEB 適用について

先にも記した通り、国では、ZEB の 2020 年目標及び 2030 年目標の達成に向けて、その普及推進に取り組んでいる状況である。また、2050 年カーボンニュートラルの実現に向けて、国土交通省・経済産業省・環境省の傘下に「脱炭素社会に向けた住宅・建築物の省エネ対策のあり方検討会」が設けられ、建築物における脱炭素社会の実現のため、公共建築の ZEB 化促進の議論が行われている。

下水道分野では、下水汚泥・下水熱・リンなどの未利用エネルギーの活用、太陽光発電、風力発電を中心に省エネルギー化に取り組んでいるが、全国に 2000 以上ある下水道施設にある建築物の ZEB 化を行うことで、省エネ・新エネ対策、CO2 排出削減による脱炭素に寄与できることが期待される。

しかしながら、これまで ZEB 導入を行っている公共建築物は主に事務所等の庁舎であり、上下水道分野においては ZEB 導入事例がほとんどないため、各事業体で ZEB 化可能性検討について、今後進められる状況となることが推察される。本施設の検討で獲得した、資料調査方法、制度の理解、ZEB 化可能性検討業務の手順等が、今後、下水道施設においても活用・展開できることを期待している。