

# 参考資料 目次

## 参考資料 1

先導的な取組を行う学校施設の取組事例（視察報告） . . . . . 4 4

## 参考資料 2

学校施設の Z E B 化のシミュレーション結果 . . . . . 5 2

## 参考資料 3

W E B P R O における未評価技術等 . . . . . 6 8

## 参考資料 4

公立小中学校施設の C O <sub>2</sub> 排出量推計 . . . . . 7 2

## 参考資料 5

学校施設の脱炭素化に活用できる国庫補助事業等一覧 . . . . . 8 2

## 参考資料 6

学校施設の Z E B 化の参考となる資料等 . . . . . 8 6

## 参考資料 7

- ・ 報告書概要 . . . . . 9 0
- ・ 検討経緯 . . . . . 9 1
- ・ 学校施設の在り方に関する調査研究協力者会議設置要綱等 . . . . . 9 2



## 参考資料 1

先導的な取組を行う学校施設の取組事例（視察報告）

瑞浪市立瑞浪北中学校（岐阜県）

瀬戸市立にじの丘学園（愛知県）

京都市立金閣小学校（京都府）

生駒市立鹿ノ台中学校（奈良県）

# 岐阜県瑞浪市

みづなみ

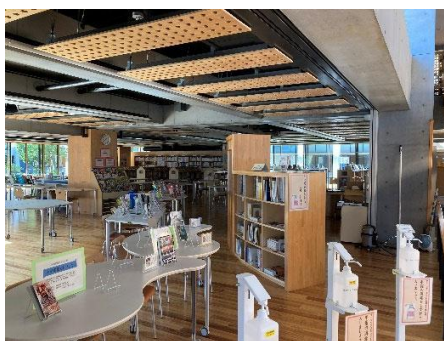
## 瑞浪市立瑞浪北中学校

生徒自身の判断で快適な環境をつくり、ゼロエネルギー学校を実現

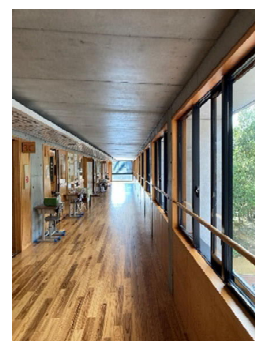
Nearly ZEB



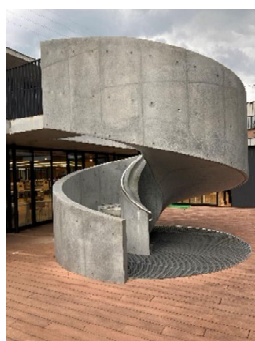
校舎外観



ラーニングcommons (1階図書室)



普通教室前廊下



クールヒートトレンチ取入口  
(らせん階段)



自然換気窓 (3階ホール)



中庭  
(落葉樹を多く植え、夏は日射を遮り、冬は日射を通す)

### ■学校概要

学校規模 : 12学級 / 325人  
校舎面積 : 6,437㎡  
屋内運動場 : 1,592㎡

### ■主な建物仕様

屋根	押出ポリエチレンフォーム
外壁	発泡ウレタンフォーム吹付
窓	Low-E複層ガラス
日よけ	ライトシェルフ
空調	ビル用マルチエアコン
換気	全熱交換器 (CO <sub>2</sub> 連動制御)
照明	LED照明 (明るさ感知制御等)
給湯	ガス温水器
昇降機	VVVF制御 (電力回生なし)
創エネ	太陽光発電設備 (120kW)

### ■施設整備に要した期間

項目	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度
構想		委員会・ワークショップ等 2014.10~2015.3			
設計	基本設計 2015.7~2016.5			実施設計 2016.5~2017.2	
施工			工事 2017.6~2018.12		

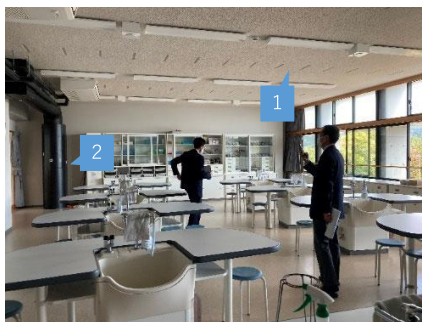
## ■ 普通教室のエコツール

普通教室には、外部と教室の温湿度や電力消費量などの環境情報が表示されるエコモニタ（写真10）が設置されている。生徒自身が、快適で省エネな室内環境をつくるため、エアコン温度や照度の調節を行っている。



- |             |                    |
|-------------|--------------------|
| 1. ハイサイドライト | 6. 吹出口（クールヒートトレンチ） |
| 2. 明るさセンサ   | 7. Low-E 複層ガラス     |
| 3. LED照明    | 8. 太陽熱集熱ウォール       |
| 4. 換気窓      | 9. ライトシェルフ         |
| 5. ルームエアコン  | 10. エコモニタ          |

## ■ 環境教育ツール



- 天井の目盛り
- クールヒートトレンチダクト
- ダクト・ラック観察廊下
  - ・ダンボールダクト
  - ・グラスウール 等
- 断熱材の観察扉
  - ・左：押出法PF
  - ・中：発泡ウレタン吹付
  - ・右：断熱材なし

### 1 天井の目盛

理科室の天井には目盛りがあり、光がどこまで到達するか確認することができる。

### 2 クールヒートトレンチダクト

クールヒートトレンチで予冷熱した空気の通り道であるダクトに触れることができ、効果を実感することができる。

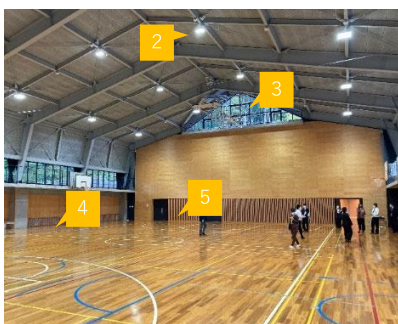
### 3 ダクト観察廊下

通常は天井内にある、配線ラックや換気ダクトを直接見ることができる。

### 4 断熱材観察窓

扉を開けると種類の異なる断熱材に触れることができ、断熱効果を実感することができる。

## ■ 屋内運動場



- 太陽熱集熱ルーフ
- 高天井用LED
- 自然換気（電動）
- 吹出口（クールヒートトレンチ）
- 非常用コンセント（太陽光）
- 太陽熱集熱ルーフ内側

### 1 6 天井熱集熱ルーフ

屋根に当たる太陽熱を使って空気を温め、アリーナに取り入れる。

### 3 高窓からの自然換気

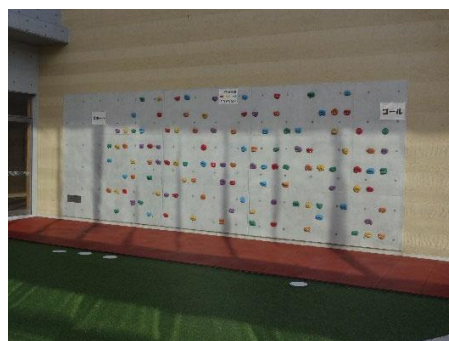
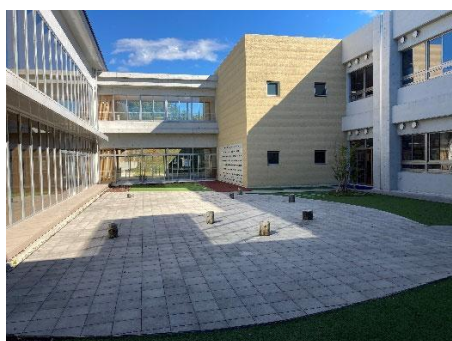
スイッチにより自動で換気窓を開閉し、自然換気を促進する。

### 4 ヒートクールトレンチ吹出口

床下空間を利用し、空気を冷やしてから室内に取り入れる。

# 瀬戸市立にじの丘学園

豊かな自然を生かした環境共生施設 ZEB 校舎の実現



中庭（ボルタリング壁など様々なアクティビティが散りばめられている）

天窗のある武道場



屋内運動場



相談室



技術室

## ■学校概要

学校規模 : 30学級 / 815人  
 校舎面積 : 11,355㎡  
 屋内運動場 : 2,916㎡

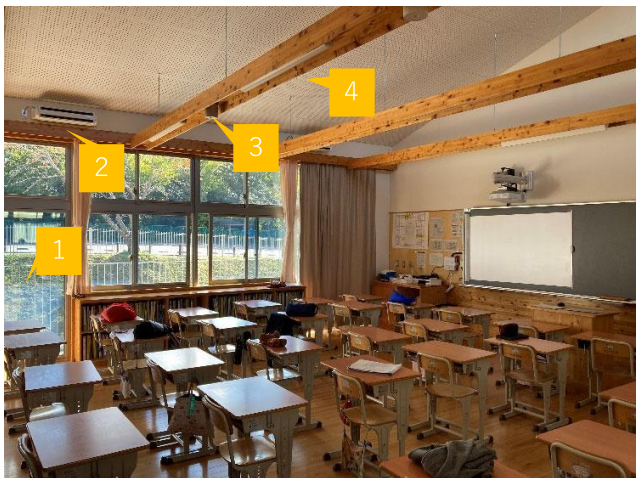
## ■主な建物仕様

屋根	硬質ウレタンフォーム
外壁	硬質ウレタンフォーム
窓	Low-E 複層ガラス
日よけ	ライトシェルフ
空調	ビル用マルチエアコン
換気	全熱交換器（CO <sub>2</sub> 連動制御）
照明	LED照明（明るさ感知制御等）
給湯	ヒートポンプ給湯器
昇降機	VVVF制御（電力回生なし）
創エネ	太陽光発電設備（20kW）

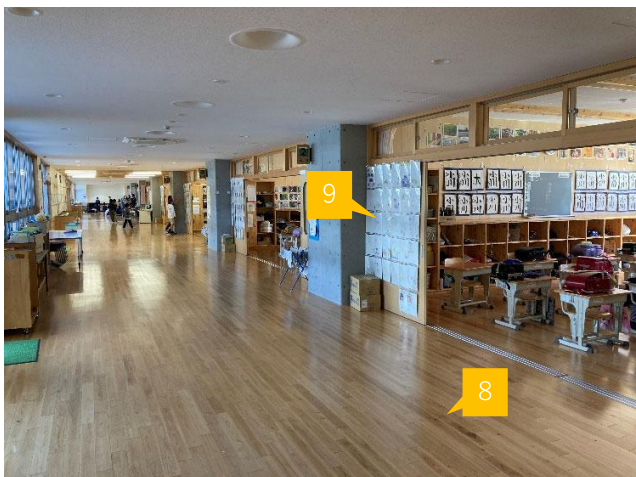
## ■施設整備に要した期間

項目	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度
設計		実施設計 2017.5~2018.3		工事 2018.6~2021.2	
施工					

## ■ 普通教室におけるZEB化の工夫



1. Low-E 複層ガラス
2. サークュレーター
3. 明るさセンサ
4. LED照明
5. ルームエアコン
6. 換気設備
7. ハイサイドライト
8. ワークスペース（廊下）
9. 可動間仕切り



### 2 3 4 5 メンテナンス性の確保

汎用機器による簡素で運用容易なシステムの構築

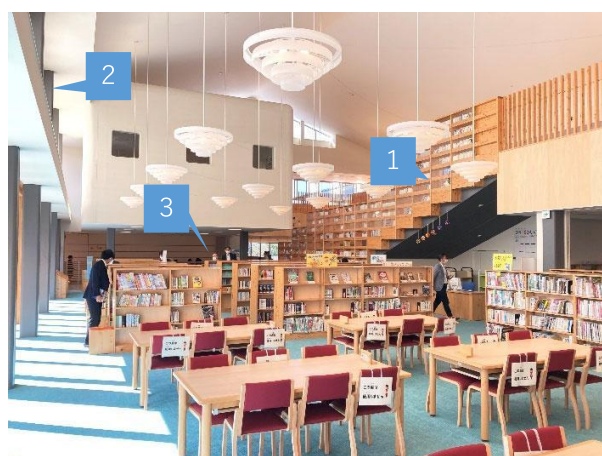
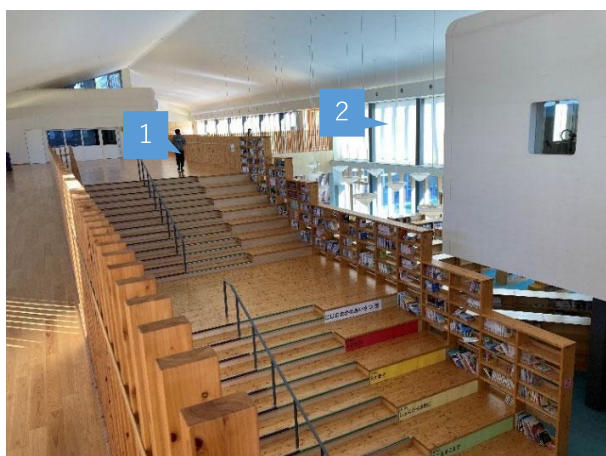
### 1 7 建築的配慮

高断熱化による大幅な空調負荷の低減  
ハイサイド窓による自然採光・自然換気

### 8 9 ワークスペース

教室と一体利用が可能なワークスペースを形成。また、必要に応じ可動間仕切りにより空間を閉じることができる。

## ■ 登り窯ステップ



1. 登り窯ステップ 2. ハイサイドライト 3. 採光により明るい図書室

### 1 登り窯ステップ

瀬戸物の登り窯を模した大階段・吹抜構造「登り窯ステップ」を校舎の中央に配置し、高低差のある地形を活かした中庭やハイサイドライトを立体的に配置することで、自然採光や通風等の自然エネルギーを最大限に活用する計画としている。

# 京都府京都市

## 京都市立金閣小学校

ゼロエネルギー化を目指したスーパーエコスクール（平成24年度スーパーエコスクール実証事業）



校舎外観



複層ガラスによる断熱化



校舎屋上太陽光パネル  
438枚設置（設備容量：94.2kW）



ハイブリッド型の外灯  
（太陽光＋風力）



ライトシェルフ



太陽熱集熱器  
図工室・家庭科室の給湯に利用



エコモニター  
電気使用量等が確認できる

### ■学校概要

学校規模：15学級／374人（令和4年7月現在）  
校舎面積：4,458㎡  
屋内運動場：455㎡

### ■主な建物仕様

屋根	押出ポリエチレンフォーム
外壁	吹付硬質ウレタンフォーム
窓	複層ガラス
日よけ	ライトシェルフ
空調	GHP(教室),EHP(特別教室,管理諸室)
換気	自動開閉換気窓（階段の窓に設置）
照明	HF照明(教室),LED照明(トイレ,廊下等)
給湯	太陽熱集熱器(図工室,家庭科室)
昇降機	
創エネ	太陽光発電設備(94.2kW,2.5kW)

### ■施設整備に要した期間

項目	2012年度	2013年度	2014年度
構想		委員会・ワークショップ等 2012.7～2013.3	
設計	基本設計・実施設計 2013.8～2014.2		
施工		工事 2014.6～2015.3	



# 奈良県生駒市

## 生駒市鹿ノ台中学校

ゼロエネルギー化を目指したスーパーエコスクール (平成24年度スーパーエコスクール実証事業)



校舎外観



屋上に設置された太陽光パネル  
設備容量：103kW



エコモニター  
室温・湿度・照度が確認可能



外壁の断熱化 (内断熱)



複層ガラスによる断熱化



LED照明



高効率空調 (EHP)



風力発電設備(蓄電器付)  
ワークショップで生徒が提案：かぜまるくん

### ■学校概要

学校規模 : 11学級 / 260人 (令和4年5月現在)  
校舎面積 : 4,667㎡  
屋内運動場 : 1,010㎡

### ■施設整備に要した期間

項目	2012年度	2013年度	2014年度
構想		委員会・ワークショップ等 2012年度	
設計	基本設計・実施設計 2013年度		
施工		工事 2014年度	

### ■主な建物仕様

屋根	ポリエチレンフォーム
外壁	硬質ウレタンフォーム
窓	複層ガラス
日よけ	
空調	EHP、ガスファンヒーター
換気	
照明	LED照明
給湯	湯沸かし器
昇降機	
創エネ	太陽光発電設備(103kW)





## 参考資料 2

学校施設のZEB化のシミュレーション

## 学校施設のZEB化のシミュレーション

### (1) シミュレーションの目的

公立小中学校施設では、建築後 40 年以上を経過した施設が約半数を占めている。今後、長寿命化改修等の機会にあわせて、既存の公立小中学校施設についても ZEB 化の推進が求められていることから、WEBPRO<sup>1</sup>を用いてモデル建物における ZEB 化を達成する建築・設備仕様についてシミュレーションを行う。

### (2) 対象地域

建築物省エネ法<sup>2</sup>における地域区分に基づき、以下の地域を設定した。

表 1 対象地域

地域区分	対象地区
2 地域	北海道札幌市
4 地域	山形県山形市
6 地域	東京都 23 区
8 地域	沖縄県那覇市

### (3) 建築物の仕様

シミュレーションを実施する、「省エネ仕様」及び「ZEB Ready 仕様」の建物・設備仕様を以下に示す。

表 2 建物・設備仕様

省エネ水準	建物仕様
省エネ仕様	平成 28 年度基準 <sup>3</sup> から、省エネルギー性能を確保するため、窓ガラスの複層ガラス化、照明器具の LED 化等を図った建物仕様
ZEB Ready 仕様	平成 28 年度基準から、省エネルギー率 50%を実現するため、高断熱化、高効率設備を導入等した建物仕様

<sup>1</sup> WEBPRO とは、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エネルギー消費性能計算プログラム

<sup>2</sup> 建築物のエネルギー消費性能の向上等に関する法律（平成 27 年法律第 53 号）

<sup>3</sup> 建築物省エネ法に基づき、室用途毎、設備毎、地域毎により定められる、平成 28 年度時点における標準的な外皮・設備仕様

#### (4) モデル建物の概要

検討のベースとなる具体的な校舎モデルは、「学校施設の質的改善を伴う耐震改修マニュアル-学校施設の耐震化の促進に関する調査研究報告書-」（平成 17 年 12 月、国立教育政策研究所文教施設研究センター）、屋内運動場モデルについては、「学校施設の耐震補強マニュアル S 造屋内運動場編」（文部科学省）で提示されたプランを参考に本ワーキンググループにて作成。（平面図等は、別紙を参照）

表 3 モデル建物の概要

項 目	校舎		屋内運動場
地域区分	2 地域	4、6、8 地域	2、4、6、8 地域
種 別	小学校（中廊下型）	小学校（片廊下型）	小学校 屋内運動場
構造・階数	RC 造 地上 4 階建	RC 造 地上 4 階建	RC, S 造
延床面積	約 4,800 m <sup>2</sup>	約 5,100 m <sup>2</sup>	930 m <sup>2</sup>
教室数	1 学年 2 学級、全校 12+1 学級（特別支援学級）		—
特別教室	5 室		—

## 校舎

**高効率**  
電灯：LED 照明  
制御：明るさ検知制御

**断熱**  
屋根：硬質ポリエチレンフォーム 厚 100 mm

**断熱**  
外壁：硬質ポリエチレンフォーム 厚 100 mm  
窓：Low-E 複層ガラス (中空層 12 mm)

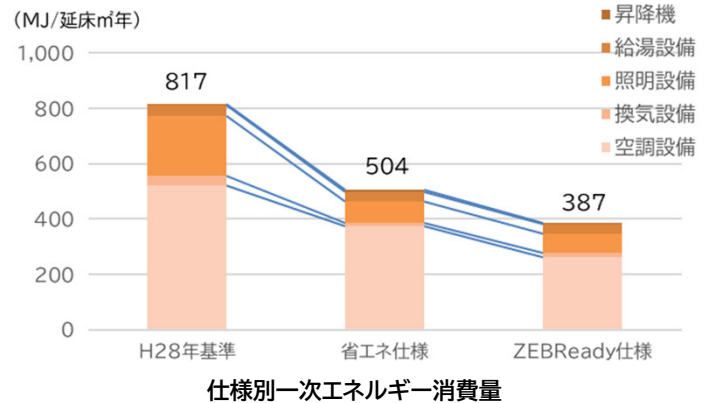
**断熱**  
内壁：可動間仕切り

**高効率**  
空調：EHP (高 COP)  
FF 式暖房設備  
換気：全熱交換器

**ZEB Ready仕様例(校舎)**

省エネ仕様・ZEB Ready仕様例

		省エネ仕様	ZEB Ready仕様
外皮	屋根	外断熱 100mm (押出法ポリスチレンフォーム)	外断熱 100mm (押出法ポリスチレンフォーム)
	外壁	外断熱 50mm (押出法ポリスチレンフォーム)	外断熱 100mm (押出法ポリスチレンフォーム)
	窓	複層ガラス (中空層6mm)	Low-E複層ガラス (中空層12mm)
空調	冷房	EHP	EHP(高COP)
	暖房	FF式暖房設備	FF式暖房設備
換気		全熱交換器	全熱交換器
照明		LED照明	LED照明 (明るさ検知制御)
BEI		0.53	0.48



## 屋内運動場

**断熱**  
屋根：硬質ポリエチレンフォーム 厚 100 mm

**断熱**  
窓：Low-E 複層ガラス (中空層 6 mm)

**断熱**  
壁：硬質ポリエチレンフォーム 厚 50 mm

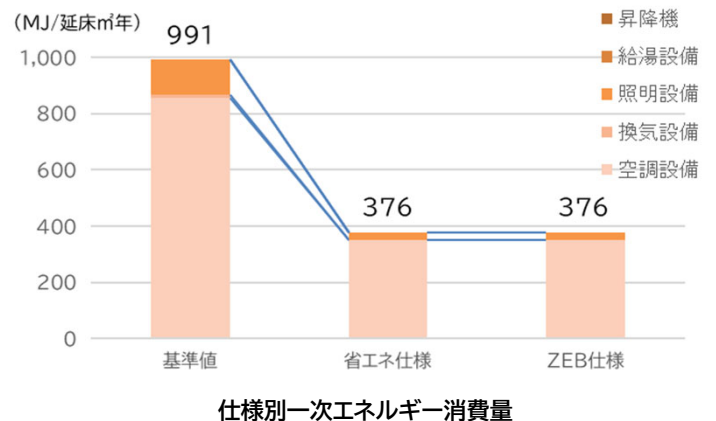
**高効率**  
照明：高天井用 LED

**高効率**  
EHP (高 COP)

**ZEB Ready仕様例(屋内運動場)**

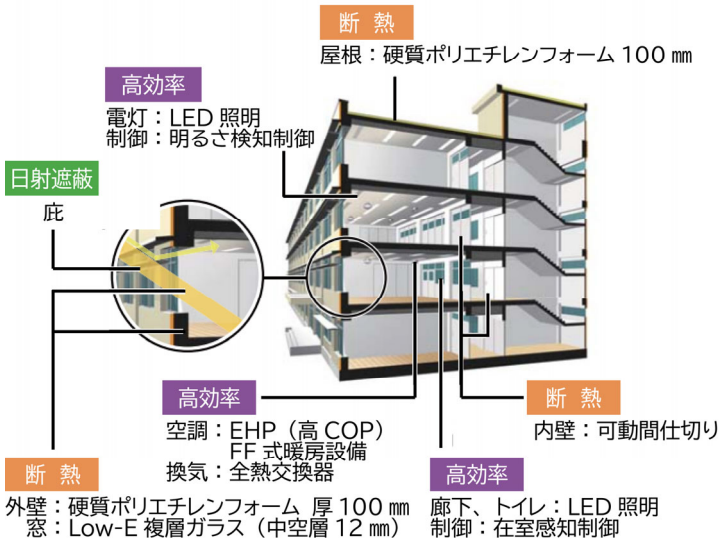
省エネ仕様・ZEB Ready仕様例

		省エネ仕様	ZEB Ready仕様
外皮	屋根	外断熱 100mm (押出法ポリスチレンフォーム)	外断熱 100mm (押出法ポリスチレンフォーム)
	外壁	外断熱 50mm (押出法ポリスチレンフォーム)	外断熱 50mm (押出法ポリスチレンフォーム)
	窓	複層ガラス (中空層6mm)	複層ガラス (中空層6mm)
空調	冷房	EHP	EHP
	暖房	EHP	EHP
換気		全熱交換器	全熱交換器
照明		高天井用LED照明	高天井用LED照明
BEI		0.38	0.38



(注) 本シミュレーションは、モデル建物におけるシミュレーションであり、建物の規模、向き、室用途等によりシミュレーション結果が変わることがあります。

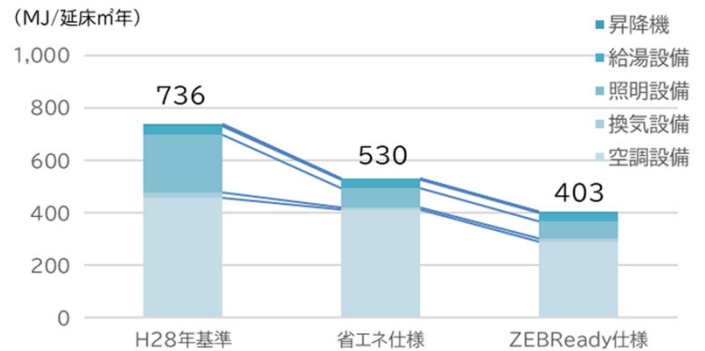
## 校舎



ZEB Ready仕様例(校舎)

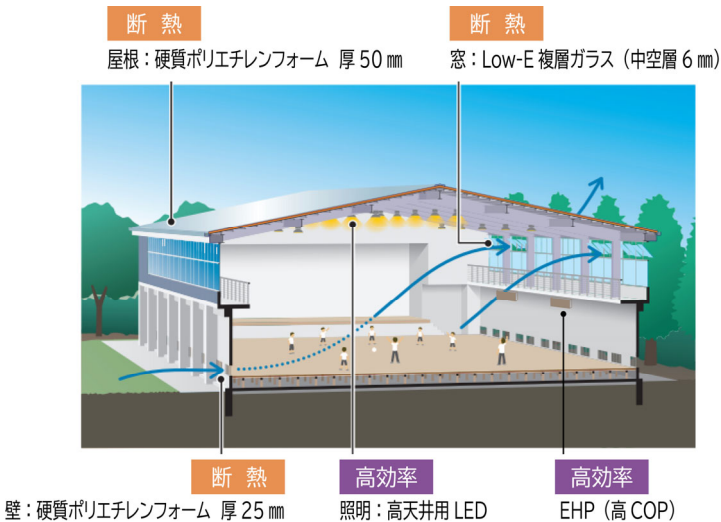
省エネ仕様・ZEB Ready仕様例

		省エネ仕様	ZEB Ready仕様
外皮	屋根	外断熱 50mm (押出法ポリスチレンフォーム)	外断熱 100mm (押出法ポリスチレンフォーム)
	外壁	外断熱 25mm (押出法ポリスチレンフォーム)	外断熱 100mm (押出法ポリスチレンフォーム)
	窓	複層ガラス (中空層6mm)	Low-E複層ガラス (中空層12mm)
空調	冷房	EHP	EHP(高COP)
	暖房	FF式暖房設備	FF式暖房設備
換気		全熱交換器	全熱交換器
照明		LED照明	LED照明 (明るさ検知制御)
BEI		0.68	0.49



仕様別一次エネルギー消費量

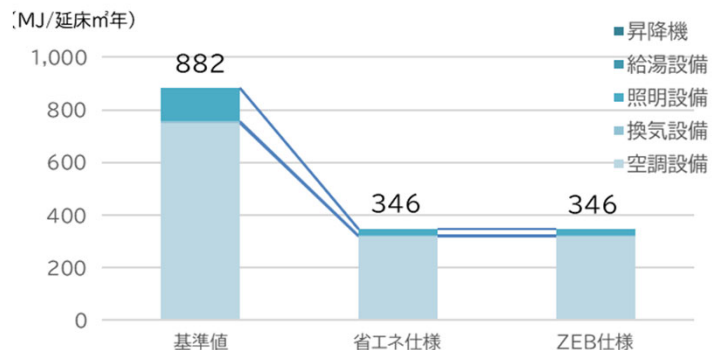
## 屋内運動場



ZEB Ready仕様例(屋内運動場)

省エネ仕様・ZEB Ready仕様例

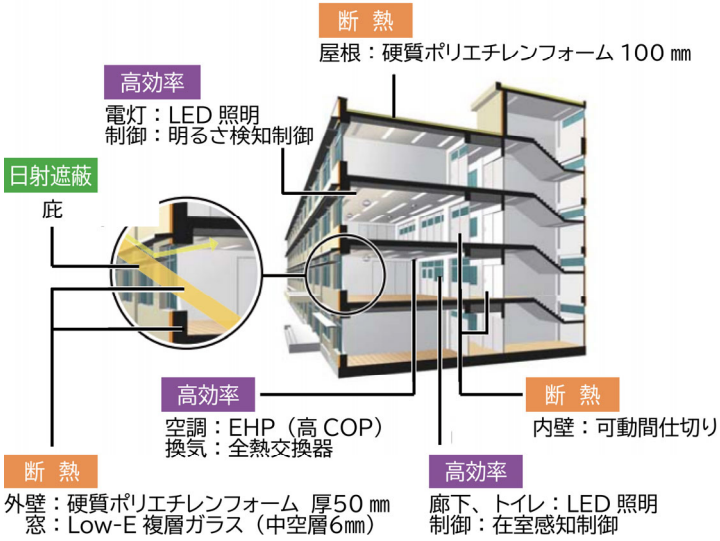
		省エネ仕様	ZEB Ready仕様
外皮	屋根	外断熱 50mm (押出法ポリスチレンフォーム)	外断熱 50mm (押出法ポリスチレンフォーム)
	外壁	外断熱 25mm (押出法ポリスチレンフォーム)	外断熱 25mm (押出法ポリスチレンフォーム)
	窓	複層ガラス (中空層6mm)	複層ガラス (中空層6mm)
空調	冷房	EHP	EHP
	暖房	EHP	EHP
換気		全熱交換器	全熱交換器
照明		高天井用LED照明	高天井用LED照明
BEI		0.4	0.4



仕様別一次エネルギー消費量

(注) 本シミュレーションは、モデル建物におけるシミュレーションであり、建物の規模、向き、室用途等によりシミュレーション結果が変わることがあります。

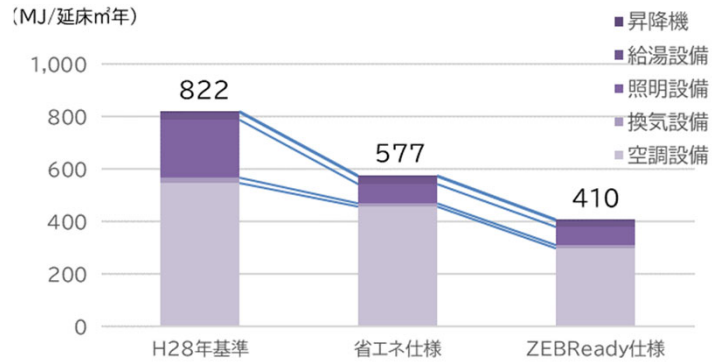
## 校舎



ZEB Ready仕様例(校舎)

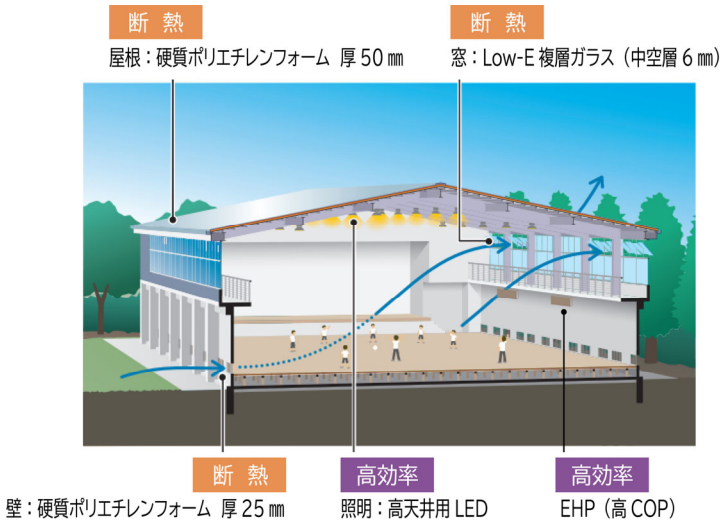
省エネ仕様・ZEB Ready仕様例

地域区分		省エネ仕様	ZEB Ready仕様
外皮	屋根	外断熱 50mm (押出法ポリスチレンフォーム)	外断熱 100mm (押出法ポリスチレンフォーム)
	外壁	外断熱 25mm (押出法ポリスチレンフォーム)	外断熱 50mm (押出法ポリスチレンフォーム)
	窓	複層ガラス (中空層6mm)	Low-E複層ガラス (中空層6mm)
空調	冷房	EHP	EHP(高COP)
	暖房	EHP	EHP(高COP)
換気	全熱交換器	全熱交換器	
照明	LED照明	LED照明 (明るさ検知制御)	
BEI	0.64	0.5	



仕様別一次エネルギー消費量

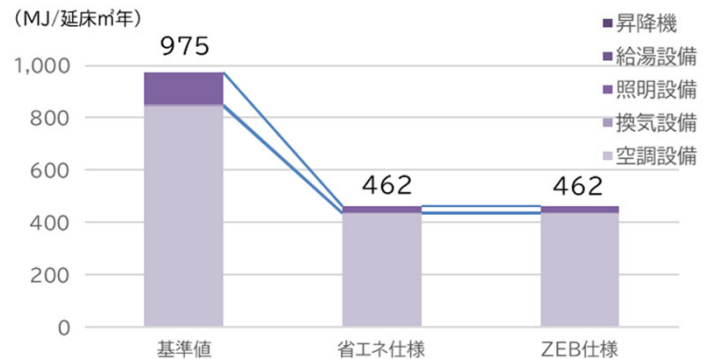
## 屋内運動場



ZEB Ready仕様例(屋内運動場)

省エネ仕様・ZEB Ready仕様例

		省エネ仕様	ZEB Ready仕様
外皮	屋根	外断熱 50mm (押出法ポリスチレンフォーム)	外断熱 50mm (押出法ポリスチレンフォーム)
	外壁	外断熱 25mm (押出法ポリスチレンフォーム)	外断熱 25mm (押出法ポリスチレンフォーム)
	窓	複層ガラス (中空層6mm)	複層ガラス (中空層6mm)
空調	冷房	EHP	EHP
	暖房	EHP	EHP
換気	全熱交換器	全熱交換器	
照明	高天井用LED照明	高天井用LED照明	
BEI	0.48	0.48	

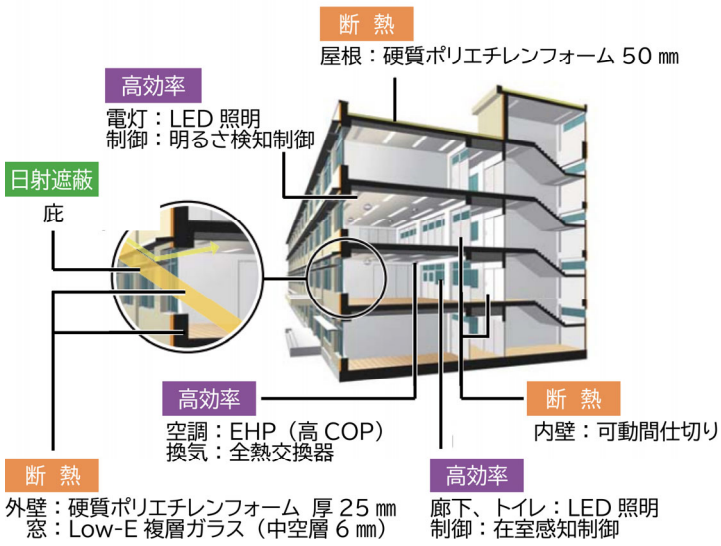


仕様別一次エネルギー消費量

(注) 本シミュレーションは、モデル建物におけるシミュレーションであり、建物の規模、向き、室用途等によりシミュレーション結果が変わることがあります。



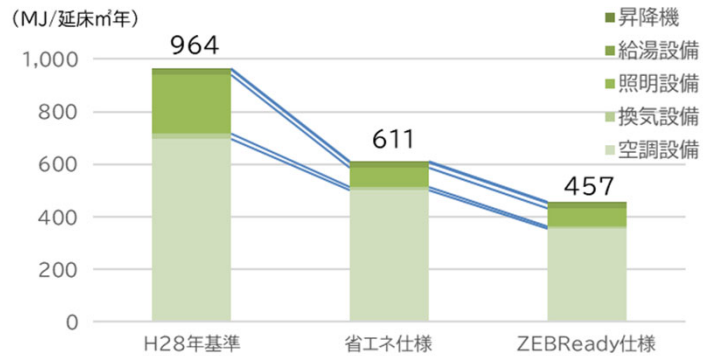
## 校舎



ZEB Ready仕様例(校舎)

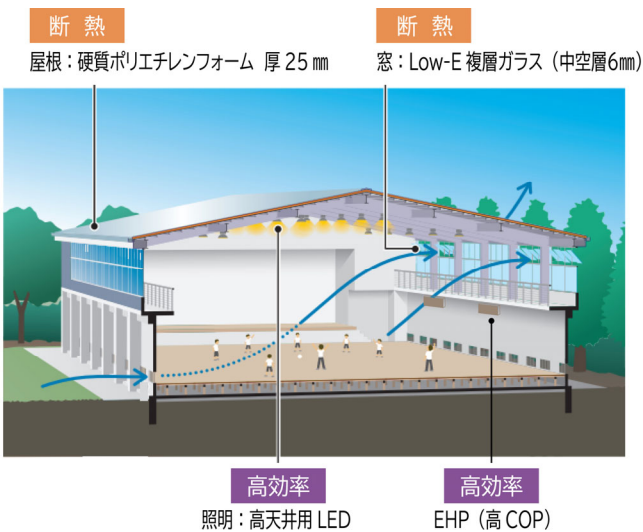
省エネ仕様・ZEB Ready仕様例

		省エネ仕様	ZEB Ready仕様
外皮	屋根	外断熱 50mm (押出法ポリスチレンフォーム)	外断熱 50mm (押出法ポリスチレンフォーム)
	外壁	-	外断熱 25mm (押出法ポリスチレンフォーム)
	窓	複層ガラス (中空層6mm)	Low-E複層ガラス (中空層6mm)
空調	冷房	EHP	EHP(高COP)
	暖房	EHP	EHP(高COP)
換気		全熱交換器	全熱交換器
照明		LED照明	LED照明 (明るさ検知制御)
BEI		0.62	0.48



仕様別一次エネルギー消費量

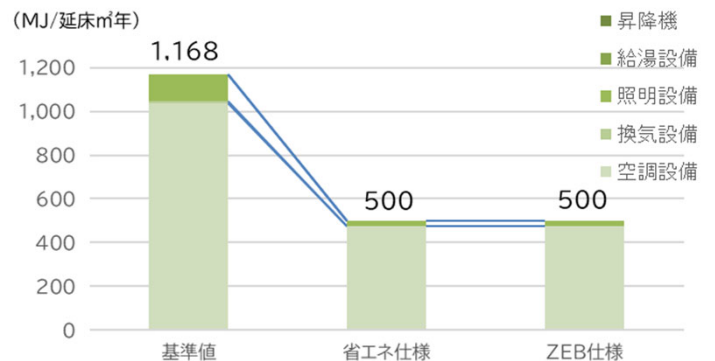
## 屋内運動場



ZEB Ready仕様例(屋内運動場)

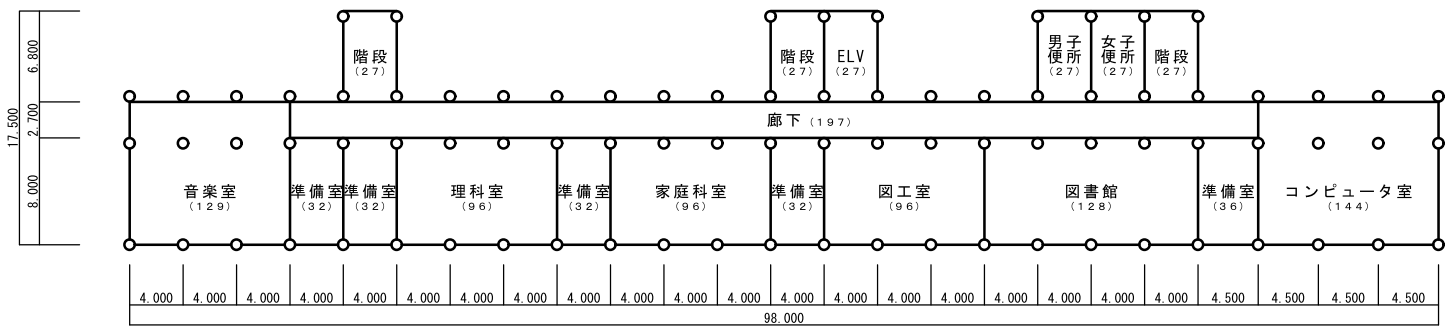
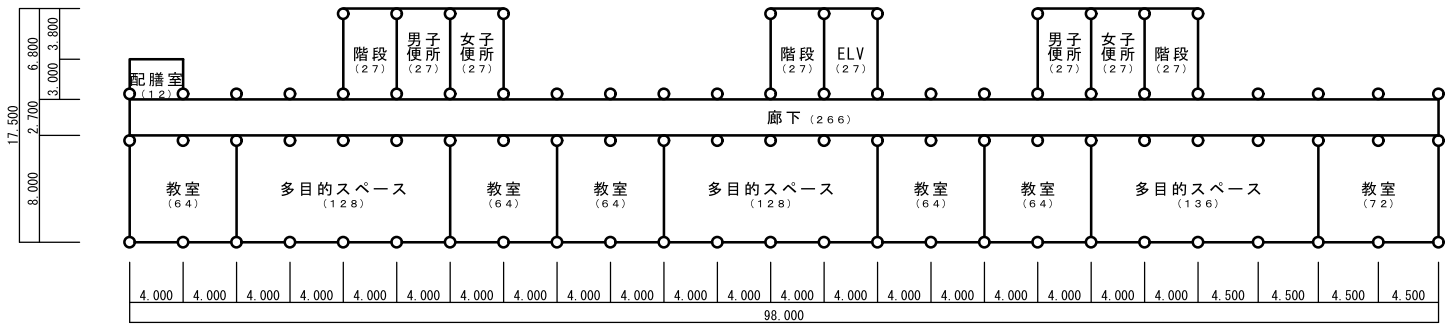
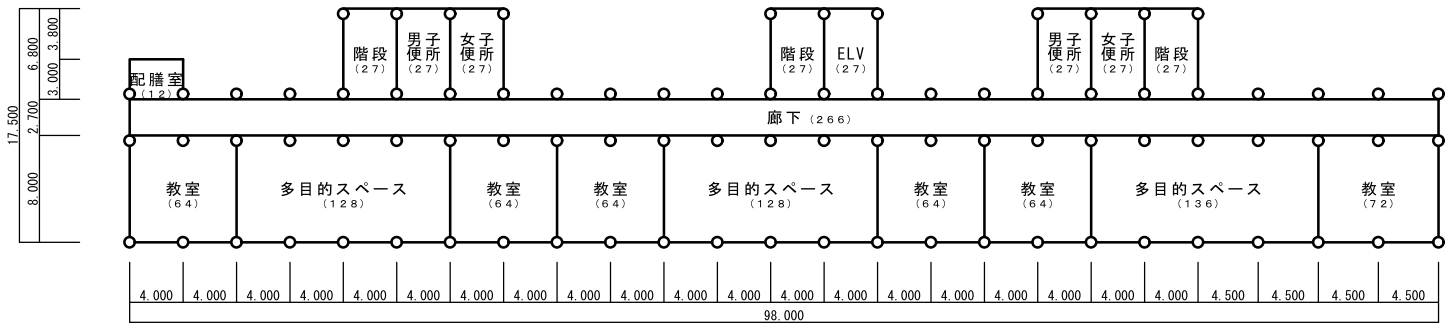
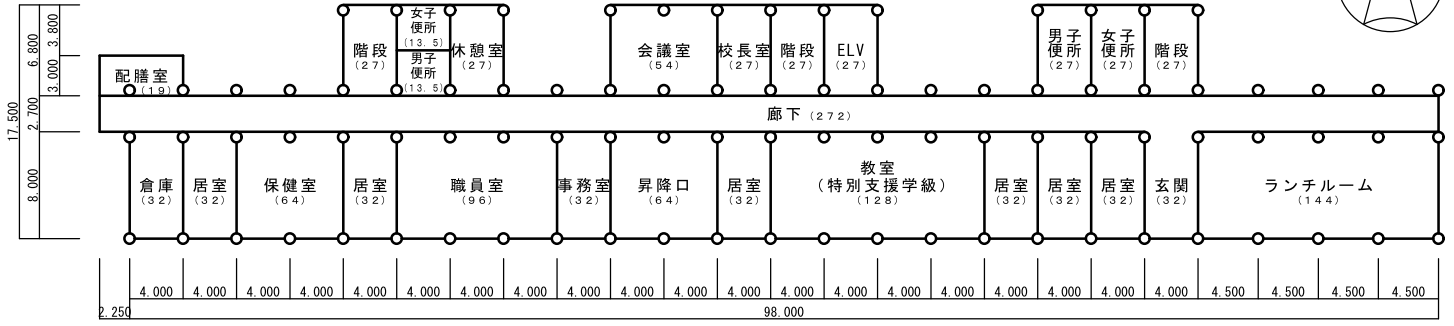
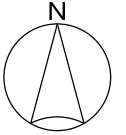
省エネ仕様・ZEB Ready仕様例

		省エネ仕様	ZEB Ready仕様
外皮	屋根	外断熱 25mm (押出法ポリスチレンフォーム)	外断熱 25mm (押出法ポリスチレンフォーム)
	外壁	-	-
	窓	複層ガラス (中空層6mm)	複層ガラス (中空層6mm)
空調	冷房	EHP	EHP
	暖房	EHP	EHP
換気		全熱交換器	全熱交換器
照明		高天井用LED照明	高天井用LED照明
BEI		0.44	0.44

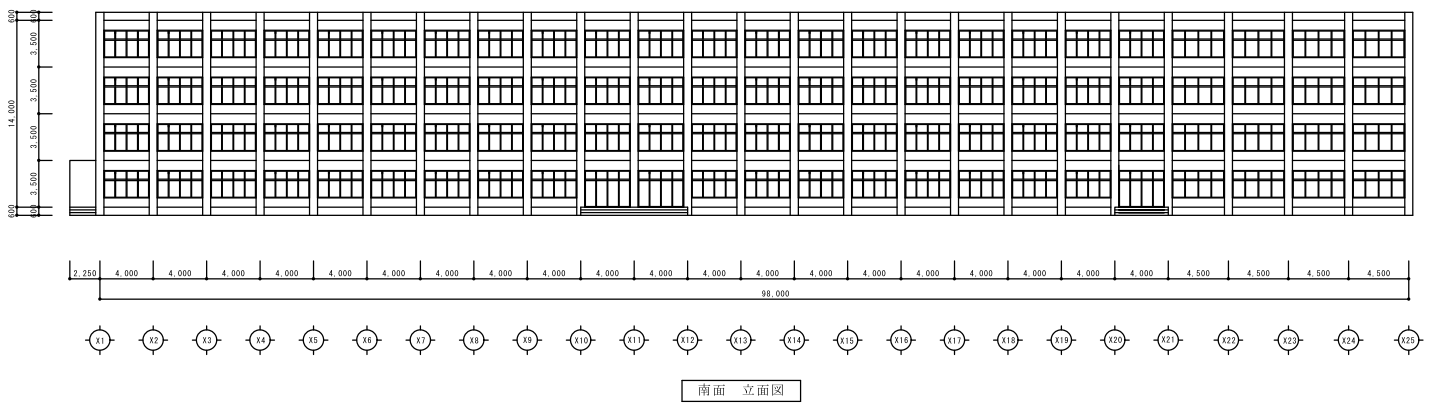
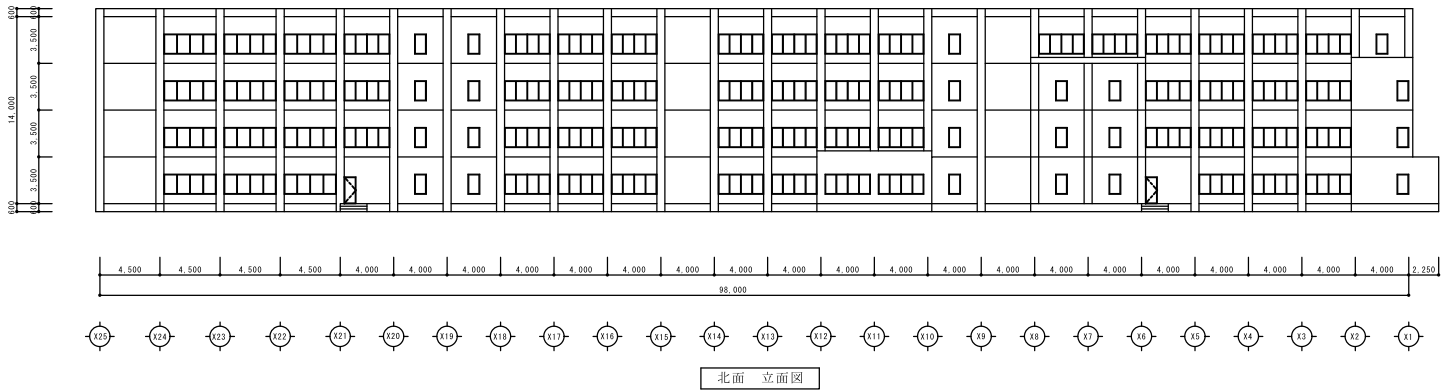
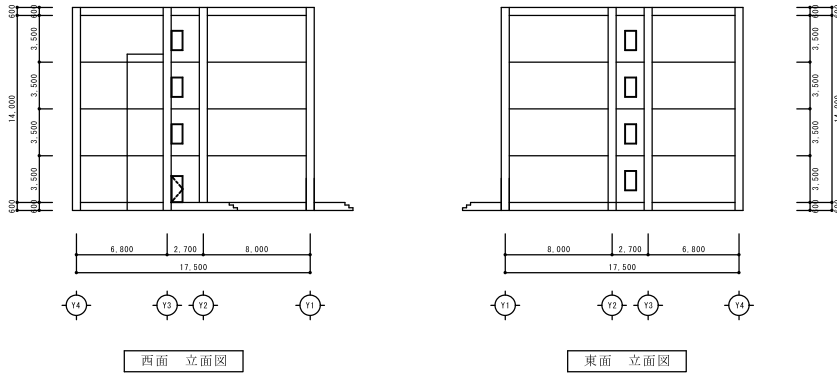


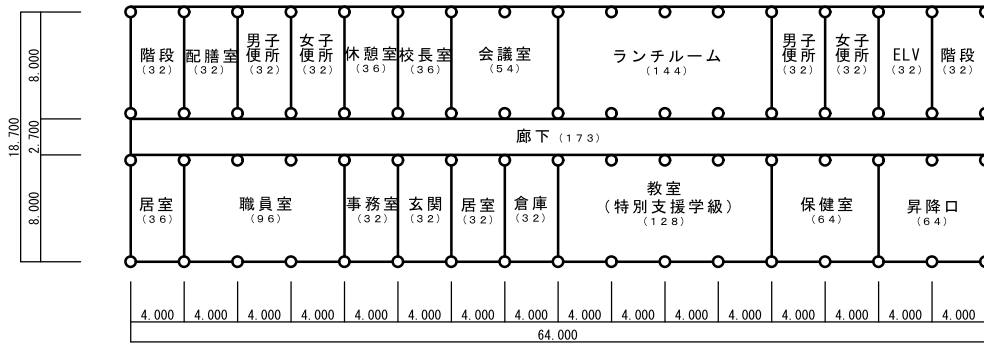
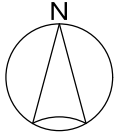
仕様別一次エネルギー消費量

(注) 本シミュレーションは、モデル建物におけるシミュレーションであり、建物の規模、向き、室用途等によりシミュレーション結果が変わることがあります。

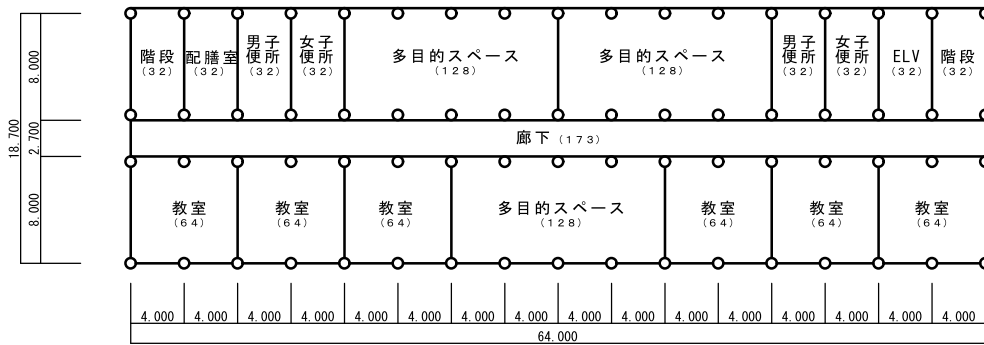


※ (OO) は床面積mを示す。

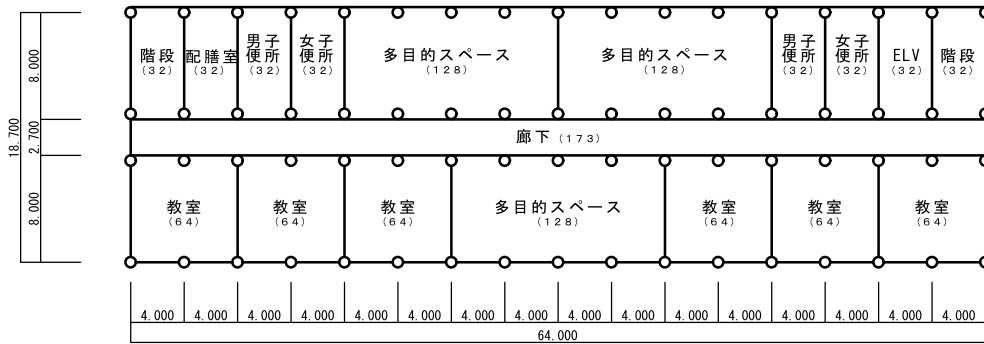




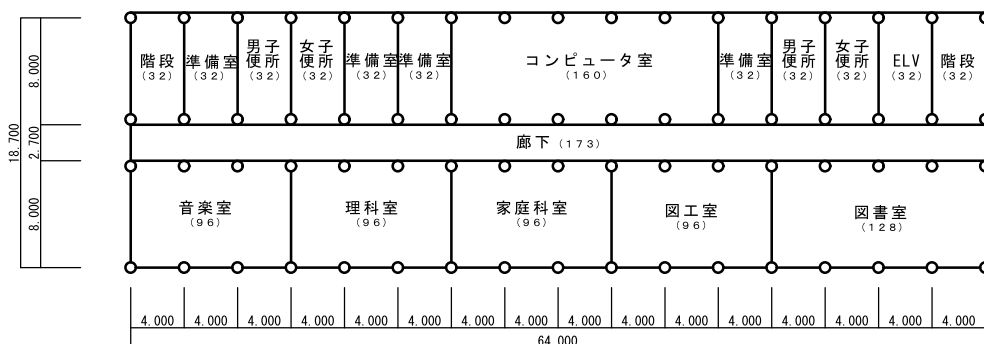
1階平面図 S=1/400



2階平面図 S=1/400

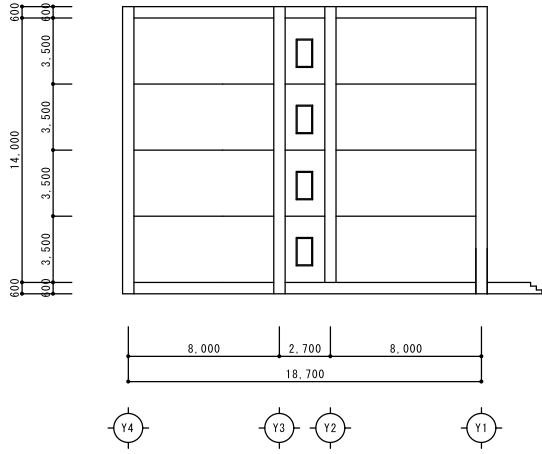


3階平面図 S=1/400

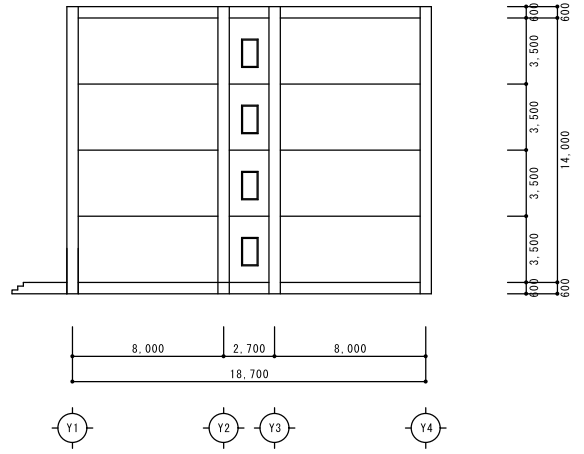


4階平面図 S=1/400

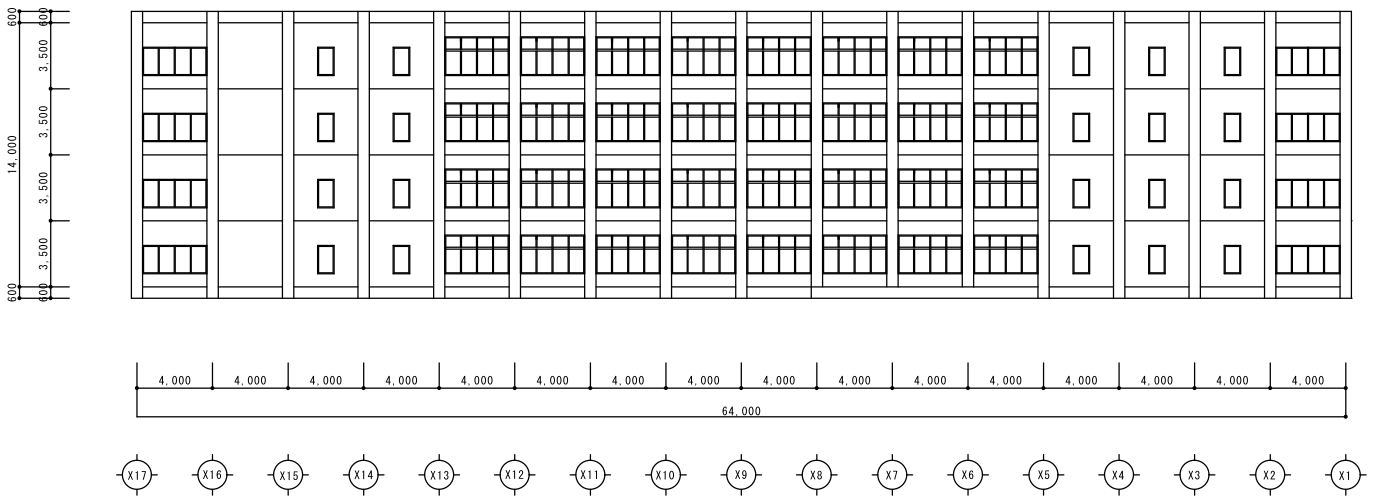
※ (〇) は床面積㎡を示す。



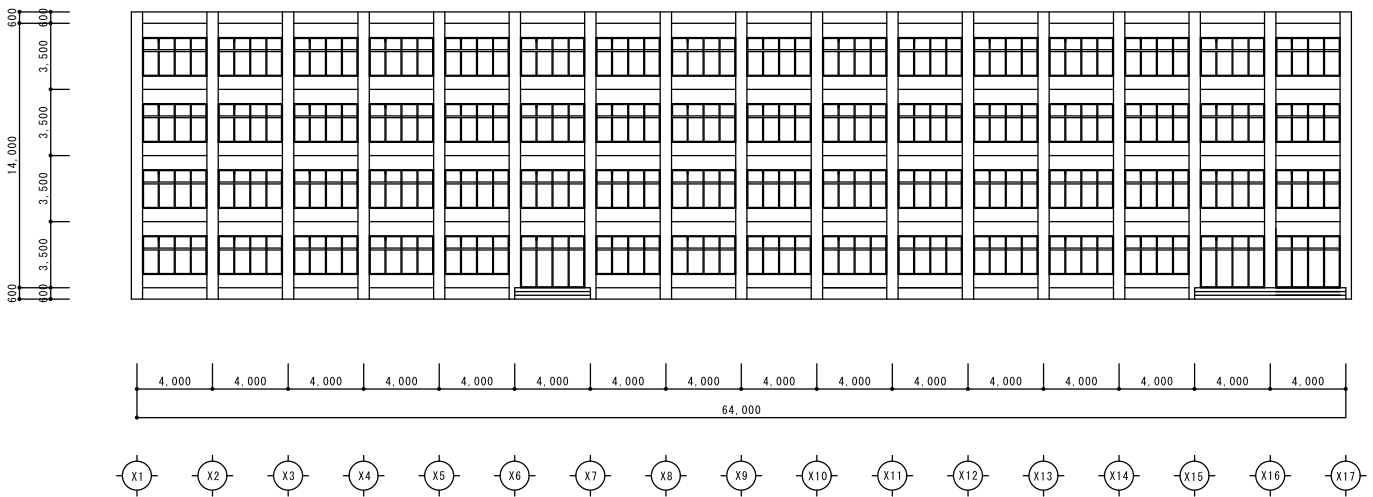
西面 立面图



東面 立面图

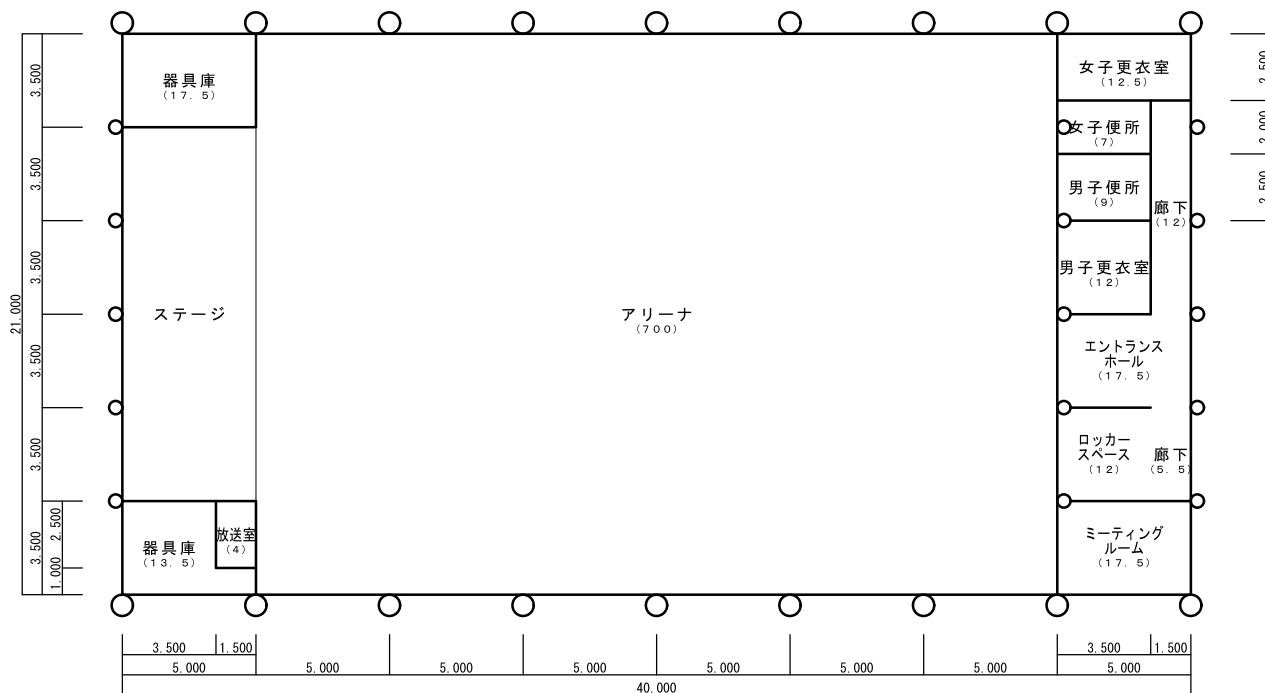
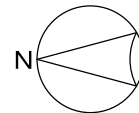


北面 立面图



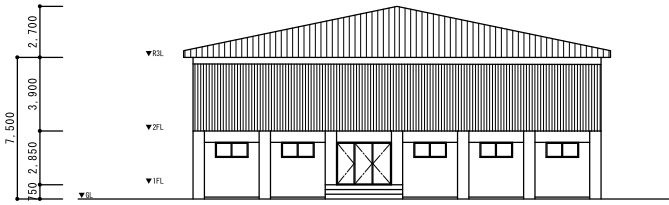
南面 立面图

屋内運動場

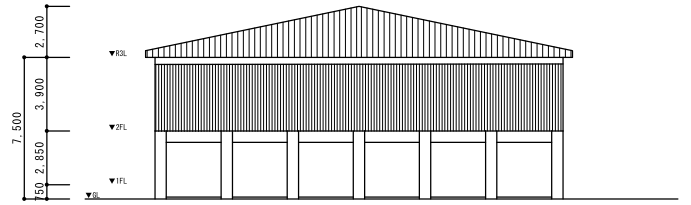


平面図 S=1/200

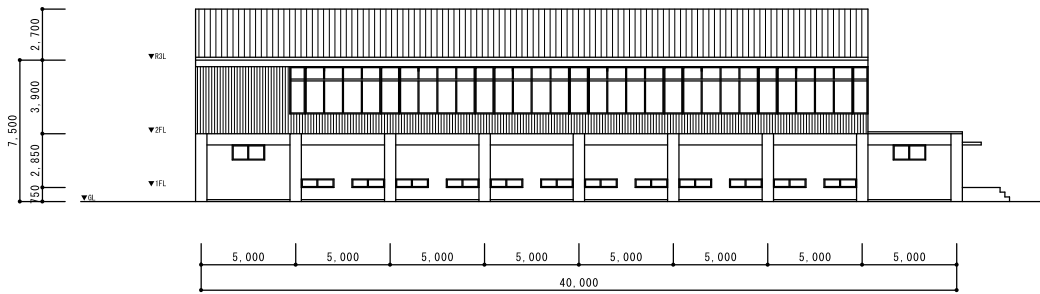
※ (OO) は床面積㎡を示す。



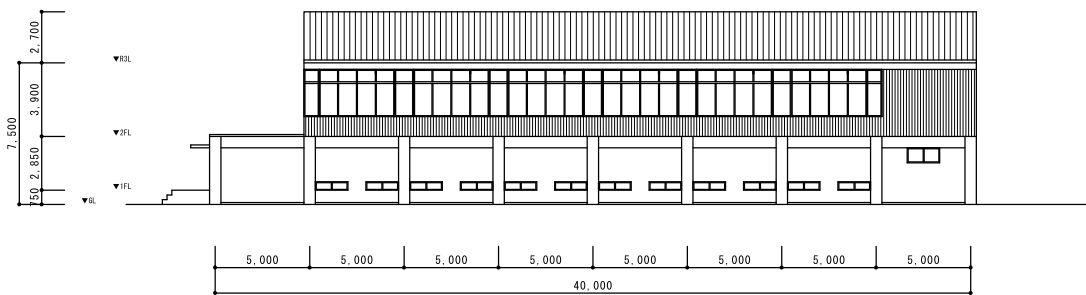
南面 立面图



北面 立面图



西面 立面图



東面 立面图

## (5) 概算割増工事費の算定

ここでは、以下の方法に基づき、モデル校舎の「A:平成 28 年度基準相当仕様」及び「B:ZEB Ready 仕様」における、主な建築・設備仕様毎に概算工事費の算出し、増額分の積み上げにより ZEB 化に伴う延床面積当たりの概算割増工事費を算出した。

なお、概算費用は、モデル建物における試算結果であり、経済状況に伴う物価変動や建物仕様の変更等により、概算工事費の結果も変動する可能性があることに留意が必要である。

- 建築工事については、各部位の整備面積を概算し、施工単価は主に「建築施工単価」（一般財団法人経済調査会）2022 年秋版、「建築物価」（一般財団法人建築物価調査会）2023 年 1 月を参考にして算出した。
- 設備工事については、工事数量を概算し、主に、施工単価は主に「建築施工単価」2022 年秋版、「建築物価」2023 年 1 月を参考にして算出した。
- 上記の資料に単価がない材料、工事費については、メーカー見積り等による平均的な単価を用いた。
- 単価が地域ごとに設定されている場合は、各地域区分の近郊地域の単価を採用した。従って、他の地域では価格が異なる場合があるので留意が必要である。
- 本モデル校舎の算出工事費には、黒板や造りつけの家具等の造作工事費、工事中の児童生徒の安全確保や一時使用に関わる連絡通路等の設置費用や設備費用、仮設校舎等の費用、引っ越し費用、家具・OA 機器等の費用は含まれていない。これらの費用は、ケースによって費用の発生しない場合から多額の費用を必要とするものまで多様であり、個々に検討する必要がある。

(参考) 主な建物・設備仕様 (6 地域: 東京)

部位		A:平成28年基準相当	B:ZEB Ready仕様
建築	屋根	押出法ポリエチレンフォーム断熱材 50mm	押出法ポリエチレンフォーム断熱材 100mm
	外壁	押出法ポリエチレンフォーム断熱材 25mm	押出法ポリエチレンフォーム断熱材 50mm
	サッシ	アルミサッシ	断熱サッシ
	ガラス	強化ガラス(学校用)	Low-E複層ガラス
電気設備	照明設備	LED照明	LED照明(昼光制御)
機械設備	空調設備	EHP	EHP(高COP)

主な工事種別の延床面積当たりの概算割増工事費比較は次の通りである。



## 延床面積当たりの概算割増工事費

延床面積 約 5,100 m<sup>2</sup> (2 地域 : 約 4,800 m<sup>2</sup>)

### A.建設工事

[円/m<sup>2</sup>]

		2地域 (北海道札幌市)	4地域 (山形県山形市)	6地域 (東京都23区)	8地域 (沖縄県那覇市)
直接工事費					
1	断熱工事	一式	500	400	400
2	建具工事	一式	10,500	11,400	9,100
計			11,000	11,800	9,300
共通費					
1	共通仮設費	一式	400	400	300
2	現場管理費	一式	900	1,000	900
3	一般管理費	一式	1,300	1,500	1,300
計			2,600	2,900	2,500
工事価格			13,600	14,700	11,800
消費税相当額			1,360	1,470	1,180
工事費			14,960	16,170	12,980

### B.設備工事

[円/m<sup>2</sup>]

		2地域 (北海道札幌市)	4地域 (山形県山形市)	6地域 (東京都23区)	8地域 (沖縄県那覇市)
直接工事費					
1	電気設備工事	一式	400	400	400
2	機械設備工事	一式	2,300	1,800	3,700
計			2,700	2,200	4,100
共通費					
1	共通仮設費	一式	100	100	200
2	現場管理費	一式	300	200	400
3	一般管理費	一式	300	300	500
計			700	600	1,100
工事価格			3,400	2,800	5,200
消費税相当額			340	280	530
工事費			3,740	3,080	5,720

### C.総工事費

[円/m<sup>2</sup>]

		2地域 (北海道札幌市)	4地域 (山形県山形市)	6地域 (東京都23区)	8地域 (沖縄県那覇市)
A	建設工事	一式	14,960	16,170	12,980
B	設備工事	一式	3,740	3,080	5,720
工事費			18,700	19,250	18,700





## 参考資料 3

WEBPROにおける未評価技術等

## WEBPROにおける未評価技術等

### (1) 未評価技術<sup>1</sup>

以表の設備・システム等については、省エネルギーに寄与する技術の活用が見込まれるものの、現時点ではWEBPRO上で評価対象となっていない技術となっているため、導入にあたっては留意すること。

表 1 WEBPRO 未評価技術

設備・システム等	概要
CO <sub>2</sub> 濃度による外気量制御	室内又は還気のCO <sub>2</sub> 濃度センサ等によって外気導入量を変化させ在室人数に合わせて適正な外気導入量に制御することにより、冷暖房時の外気負荷を低減するもの。
自然換気システム	煙突効果の利用、建物にかかる風圧の利用、ベンチェリー（誘引）効果の利用、又はそれらの組合せで、積極的な自然通風を促し良好な室内環境を形成し、中間期や夏季夜間の冷房負荷とファンの消費電力を低減するもの。
空調ポンプ制御の高度化	冷却水ポンプの変流量制御、空調1次ポンプの変流量制御、空調2次ポンプの末端差圧制御、送水圧力設定制御の制御技術
空調ファン制御の高度化	空調ファンの人感センサによる変風量制御、適正容量分割や、厨房ファンの変風量制御の制御技術
冷却塔ファン・インバータ制御	冷却塔ファンの台数制御又は発停制御に加え、冷却水温度により冷却塔ファンをインバータ制御して、冷却塔ファンの消費電力を低減するもの。
照明のゾーニング制御	廊下、エントランスホール等において、時間帯に応じて照度条件を緩和して間引き点灯又は調光による減光により、照明の消費電力を低減するもの
フリークーリング	冬季や中間期の外気と冷却塔の冷却水を利用して、「熱交換器等を用い、冷凍機を運転させずに直接空調機へ冷水を送る方式」等により、熱源エネルギーを低減するもの。
デシカント空調システム	除湿ロータの吸着剤で空気中の水分を吸着し、その吸着剤の再生熱源に再生可能エネルギーや排熱を利用して除湿するもので、冷却と加熱を合わせた熱源エネルギーを低減するもの。
クール・ヒートトレンチシステム	地中温度が外気温度に比べて夏期は低く冬期は高いことを利用して、空調用の外気を樹脂管などによる独立したトレンチや建物の地下ピットなどを通過させて地中と熱交換させ、夏期は予冷、冬期は予熱して取り込むことにより冷暖房時の外気負荷を低減するもの。

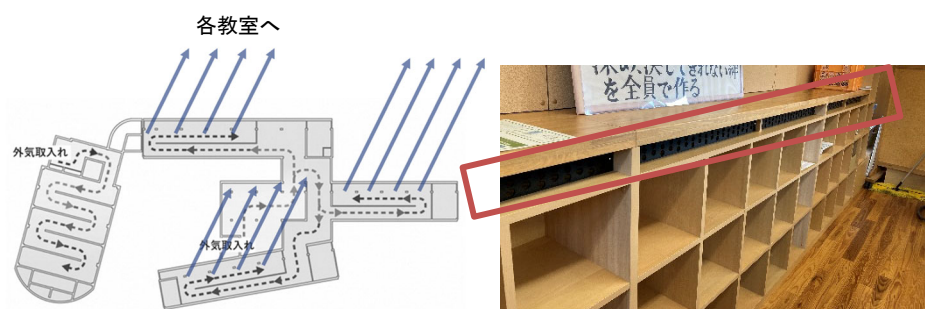
<sup>1</sup> 本節の記述にあたりは公益社団法人空気調和・衛生工学会「エネルギー消費性能計算プログラム（非住宅版）における未評価技術の解説（2019年3月27日）」を参考に本ワーキンググループにて作成。

ハイブリッド給湯システム	同一の給湯系統の中に、ヒートポンプ給湯器と、燃焼系給湯機を複数台接続して運転モードに合わせて高効率運転するように自動制御するハイブリッド給湯システム、排水等の排熱をヒートポンプ給湯機で利用する排熱利用給湯システムなど、中央式給湯の給湯機器の高効率化により、給湯エネルギーを低減するもの。
地中熱利用の高度化	地中熱利用給湯ヒートポンプシステム、地中熱利用空調・給湯ヒートポンプシステム、オープンループ方式の地中熱利用ヒートポンプシステム、地中熱直接利用システムなど、地中と大気の温度差あるいは地中熱そのものを利用して、空調エネルギー又は給湯エネルギーを低減するもの。
コージェネレーション設備の高度化	吸収式冷凍機への蒸気利用、燃料電池、地域冷暖房等によるエネルギーの面的利用など、ガスエンジンタイプで排熱を温水単独で取り出し自家消費するものに比べて高効率で省エネに寄与するもの。
自然採光システム	ライトシェルフ、アトリウム、トップライト、ハイサイドライト、光ダクトシステム、又は特殊ブラインド採光システム、又はそれらの組合せで積極的な昼光利用を促すもので、明るさ感知による自動点滅制御、又は明るさセンサによる昼光利用制御の併用により、照明の消費電力を低減するもの。
超高効率変圧器	トップランナー基準の第一次判断基準からさらに全損失（エネルギー消費効率）を 20% 以上低減したもの。
熱回収ヒートポンプ	往復動圧縮機、スクロール圧縮機、スクリュー圧機又は遠心圧縮機によるヒートポンプで冷水と温水を同時に製造することにより、熱源機器の消費電力を低減するもの。

## ■クール・ヒートトレンチシステムの導入事例

（瑞浪市立瑞浪北中学校）

空気を室内に取り込む際に、クール・ヒートトレンチにて予冷・予熱を行い、教室のロッカーのスリットから室内に取り入れている。



## (2) 未利用エネルギー利用<sup>2</sup>

未利用エネルギー利用とは、非化石エネルギー源で、自然界に存在する熱エネルギーのことをいい、熱源の種類によって適応温度帯は異なるが、主にヒートポンプや熱交換器を介して空調や給湯に利用される。

なお、以下の設備は、現時点ではWEBPRO上で評価対象外の技術となっているため、導入にあたっては留意する必要がある。

表 2 主な未利用エネルギー利用の概要等

名称	太陽熱利用	バイオマス熱利用	地中熱利用	温度差エネルギー (地下水熱) 利用
概要	太陽の熱エネルギーを集熱器(パネル)で集め、空調や給湯に利用するシステム	バイオマス資源を燃焼させた際に発生する熱を、暖房や給湯等に利用するシステム	地中の熱を取り出し、空調や給湯等に利用するシステム	地下水の外気温との温度差エネルギーを熱源として利用し、空調等に活用するシステム
熱量	<ul style="list-style-type: none"> <li>集熱可能な温度が幅広く、多くの用途に利用可能</li> <li>日射量が不十分な場合や集熱器に影ができる場所では十分な熱量が得られない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>バイオマス発電で発生した排熱を利用することも可能</li> <li>急激な出力調整が難しく、年内稼働時間が一定以上あることが必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>安定的であり、ベースロード<sup>3</sup>熱源に利用できる</li> <li>大きな熱需要量を賄えない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地中熱利用より掘削コストが小さく、熱効率も良い</li> </ul>
設置条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>日照時間が長い地域</li> <li>塩害等の腐食の影響がない場所</li> <li>集熱器の上が覆われない場所</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>サイロの設置スペースが確保できる場所</li> <li>安定した燃料供給が担保できる場所</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地下水・岩盤が無い場所で、どこでも適用可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>スケール防止のための水質基準、地下水取水規制がないこと</li> </ul>
時間的要件	<ul style="list-style-type: none"> <li>太陽が出ている日中のみ採熱が可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>年間稼働時間が一定以上であること</li> <li>熱需要の季節変動・日変動が少ないことが望ましい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>季節間蓄熱を行う場合は、冷暖房の同時利用は不可</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>帯水層蓄熱は冷暖房の同時利用不可</li> </ul>
熱量的要件	<ul style="list-style-type: none"> <li>悪天候時など、採熱効率が悪くなる</li> <li>最も効率よく集熱できる方位、角度がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>安定した稼働のため連続運転が望ましい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>過度な採熱による土中の凍結を防ぐため、大きな熱需要に対応できない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地下水面が地表に近く水流があるほど熱利用効率が良い</li> </ul>

<sup>2</sup> 本節の記述にあたり環境省「再生可能エネルギー熱利用の概要・導入事例(2022年3月)」を参考に本ワーキンググループにて作成。

<sup>3</sup> 季節や時間帯によらず年間を通じて最低限に維持・供給される量