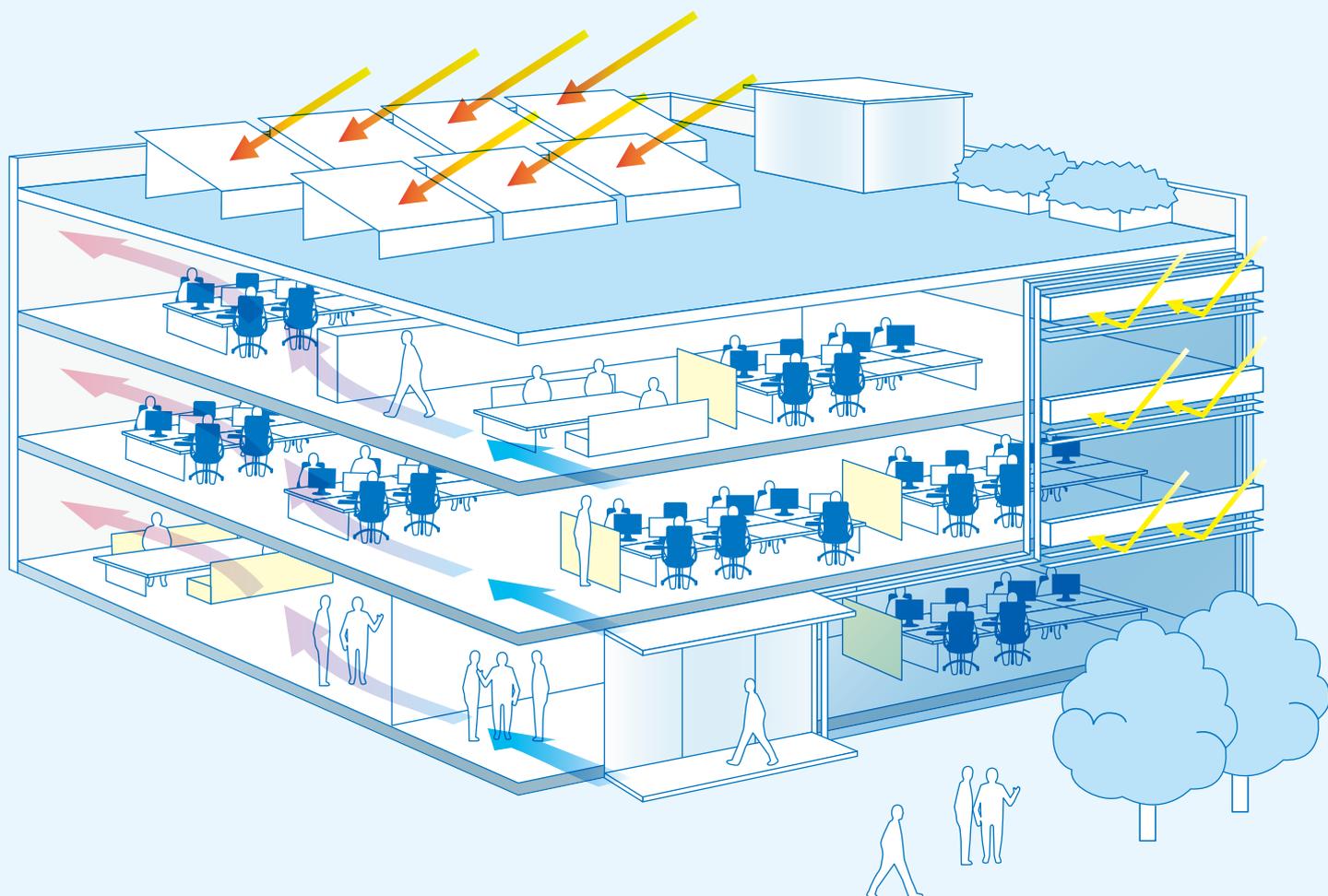


これからの環境建築の方向性

# ゼブ ZEB設計ガイドライン

【ZEB Ready・小規模事務所編】



本ガイドラインは、ビルの建築に携わる事業者等に向けて、ZEBの更なる普及に向けた第一歩として、ZEB Ready（省エネルギー率50%）の実現のための設計や技術採用の考え方等をできる限り分かりやすく解説したものである。

編著：ZEBロードマップ フォローアップ委員会

2018年4月  
ZEBロードマップフォローアップ委員会 委員長  
早稲田大学創造理工学部建築学科・教授  
田辺 新一



## “ZEBの時代”に向けて

近い将来、“ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）”が我が国の建築分野における重要なファクターとなる時代がやってくる。

IPCC（気候変動に関する政府間パネル）第5次評価報告書によると、建築分野は2010年において世界のエネルギー消費量の32%を占め、このまま何も対策を講じなければ、2050年までに建築分野のエネルギー消費量は2～3倍になると予想されている。建築物は他の工業製品等に比べて寿命が長く、省エネルギー対策の効果が顕在化するまでに時間を要することから、迅速な対応が極めて重要である。

このような背景を受けて、2014年に閣議決定された「エネルギー基本計画」では、2020年までに新築公共建築物等で、2030年までに新築建築物の平均でZEBを実現することを目指している。

その一方で、暑すぎたりしてオフィスでの知的生産性や健康性を低下させないように、快適に過ごす環境を整備することも大切である。室内環境と知的生産性には大きな関連があり、我々の研究グループがコールセンターでの電話応答回数を調べたところ、室温がセ氏約1度上がると、生産性が約2%低下していたことが明らかとなっている。

日本でのZEBの定義は、“快適な室内環境の担保”と“超省エネルギー化”の両立を前提とし、その上で、再生可能エネルギーの活用等を推進することとしている。定量的には計画時に、50%以上省エネルギーを達成したものを“ZEB Ready”、さらに再生可能エネルギー等の活用も加味した上で、正味で75%以上の省エネルギーを達成したものを“Nearly ZEB”、100%以上省エネルギーを達成したものを“『ZEB』”としている。

ZEBの実現・普及に向けて、解決しなければならない課題は多々あるが、近年、優れた建築計画と様々な先進技術の組み合わせによるZEBが、フロントランナーとして全国各地で数多く実現している。

今回公表する「ZEB設計ガイドライン」は、このような先進的な取組を踏まえ、ビルの建築に携わる事業者等に向けて、ZEBの更なる普及に向けた第一歩として、“ZEB Ready”（省エネルギー率50%）の実現のための設計や技術採用の考え方等を、具体的なモデルケースに基づき、できる限り分かりやすく解説したものである。

また、モデルケースによるエネルギー消費性能計算プログラムの入出力結果等、具体的な記述を心がけており、実務にも大いに役立つと期待している。

本書を活用して、ZEBの実現に向けた設計の考え方、要素技術の優先度、計算プロセス、省エネルギー効果や建設費用の目安等について理解を深めていただき、ZEBの設計・建築に挑戦するきっかけとなれば望外の喜びである。

最後に、本設計ガイドラインの作成にあたり、ZEBロードマップフォローアップ委員会のメンバーをはじめ、多くの関係者の皆様より多大なるご協力、ご支援を頂いた。ここに深甚なる謝意を表す。

# ZEB設計ガイドライン〈ZEB Ready・小規模事務所編〉 目次

## **1章 はじめに** . . . . . 3

- 1.1 非住宅建築物の省エネに向けた課題と目指すべき方向性
- 1.2 本ガイドラインの目的と対象範囲

## **2章 ZEBの実現に向けた設計プロセスと要素技術** . . . . . 13

- 2.1 ZEBの建築・設備計画方針
- 2.2 ZEBの要素技術
- 2.3 本ガイドラインにおけるケーススタディの概要

## **3章 建築省エネルギー技術（パッシブ技術）** . . . . . 35

- 3.1 外皮断熱
- 3.2 日射遮蔽
- 3.3 自然通風利用
- 3.4 昼光利用

## **4章 設備省エネルギー技術（アクティブ技術）** . . . . . 55

- 4.1 空調設備
- 4.2 照明設備
- 4.3 換気設備
- 4.4 給湯設備
- 4.5 昇降機設備

## **5章 再生可能エネルギー技術（アクティブ技術）** . . . . . 79

- 5.1 太陽光発電

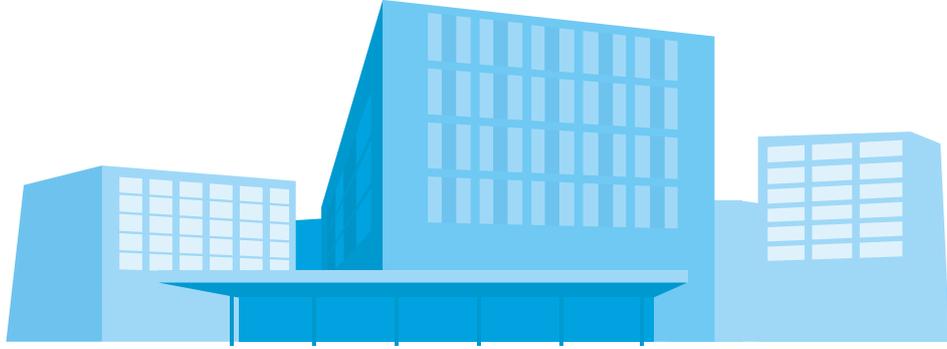
## **6章 運用時の省エネルギー技術（マネジメント）** . . . . . 86

- 6.1 運用時の省エネルギーの必要性
- 6.2 受変電設備・コンセント
- 6.3 エネルギーマネジメント

## **7章 事例集** . . . . . 92

- 7.1 ZEB指向ビルの設計事例
- 7.2 モデルビルの参考情報

# 第 1 章



はじめに

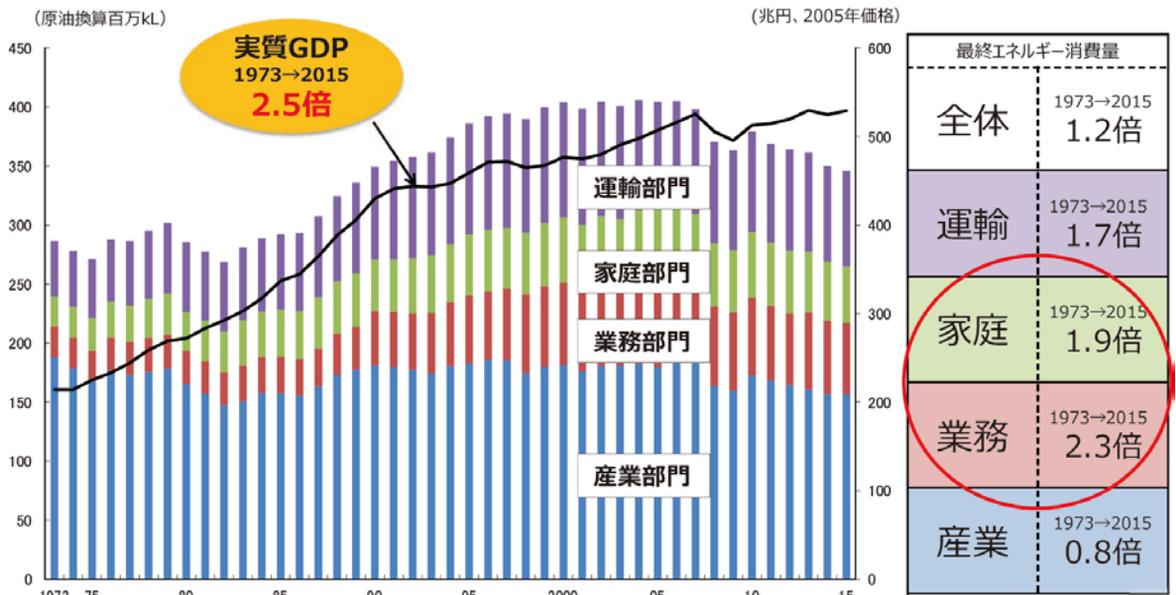
# 1章 はじめに

## 1.1 非住宅建築物の省エネに向けた課題と目指すべき方向性

### 非住宅建築物における省エネルギー化の必要性

- 我が国では、民生部門（業務・家庭部門）は最終エネルギー消費の3割以上を占め、石油危機以降、GDPは2.5倍に増加、産業部門はエネルギー消費量が2割近く減少したにもかかわらず、民生部門は大きく増加している（業務部門2.9倍、家庭部門2.0倍）。このように、他部門に比べ増加が顕著であることから、徹底的な省エネルギーの推進は我が国にとって喫緊の課題となっている。また、東日本大震災における電力需給の逼迫や国際情勢の変化によるエネルギー価格の不安定化等を受けて、エネルギー・セキュリティの観点から、建築物のエネルギー自立の必要性が強く認識されている。

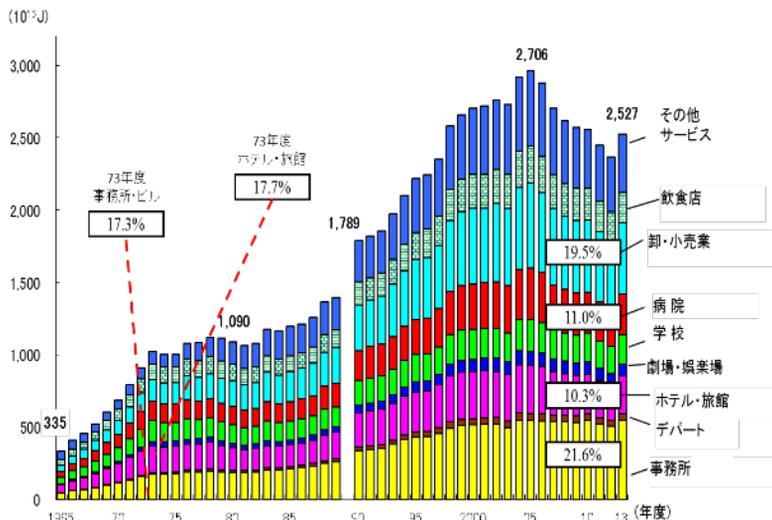
#### 我が国のエネルギー消費状況の推移



出所) 総合エネルギー統計、国民経済計算年報、EDMCエネルギー・経済統計要覧

- 業務部門を9業種に大きく分類すると、近年のエネルギー消費量のシェアが大きい部門は、「事務所」や「卸・小売業」となっている。建築物におけるエネルギー消費量の割合は建物用途によって異なり、「事務所」においては、特に空調や照明によるエネルギー消費の割合が大きくなっている。

#### 業務部門・業種別エネルギー消費量の推移



#### 事務所のエネルギー消費割合

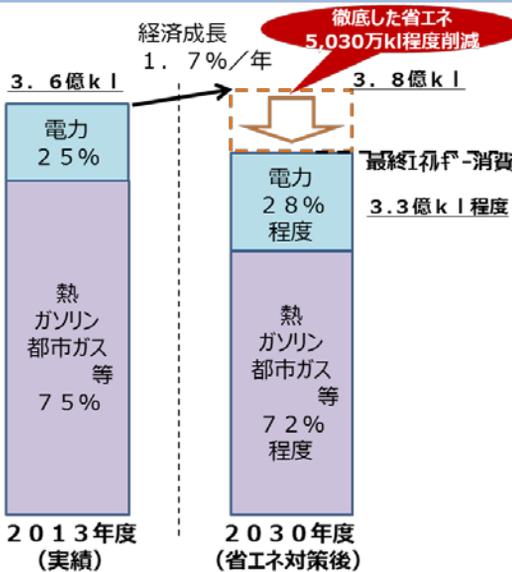
出所) 総合エネルギー統計、国民経済計算年報、EDMCエネルギー・経済統計要覧

## 省エネルギー政策の動向

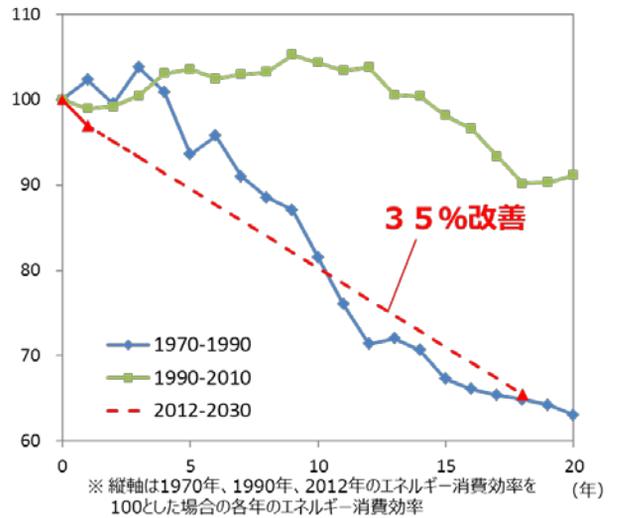
- 長期エネルギー需給見通しにおいては、年間1.7%の経済成長を実現した上で、徹底した省エネルギー対策により、2030年度に最終エネルギー需要を対策前比で原油換算5,030万kl程度削減することを目標にしている。
- 目標達成には、オイルショック後（1970年～1990年）並みのエネルギー消費効率（最終エネルギー消費量/実質GDP）の改善（35%）が求められる。
- 住宅・建築物においては、新築住宅・建築物における省エネルギー基準適合義務化やZEB・ZEHの実現普及等を通じて徹底した省エネルギーを推進する。

長期エネルギー需給見通しにおける最終エネルギー需給、エネルギー消費効率の改善

長期エネルギー需給見通しにおける最終エネルギー需要



エネルギー消費効率の改善



住宅・建築物の徹底した省エネルギーの推進

### 建築物省エネ法に基づく省エネ基準適合義務化 【新築】

- 2020年までに、新築住宅・建築物について、段階的に省エネルギー基準への適合を義務化  
(建築物省エネ法制定、2017年度より大規模非住宅建築物の省エネ基準への適合義務を施行)

### 住宅・ビルのゼロ・エネルギー化の推進 【新築/既築】

- 2020年までに、ハウスメーカー、工務店等の新築注文戸建の過半数をZEH（ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス）化
  - 2020年までに、新築公共建築物等でZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）実現
- 補助金等による実証/導入支援

### 建材へのトップランナー基準導入 【新築/既築】

- 建材トップランナー制度の導入拡大  
(ロックウール断熱材、グラスウール断熱材、押出法ポリスチレンフォーム、サッシ、複層ガラス+硬質ウレタンフォーム(現場吹付け品))

### 省エネリノベーションの推進 【既築】

- 2020年までに、省エネリノベーションを倍増
  - 将来的には既築住宅のZEH化も推進
- 補助金等による導入支援

## 非住宅建築物における省エネルギー基準の動向

- 平成27年7月8日、「建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律（建築物省エネ法）」が制定された。本法は、建築物の省エネ性能の向上を図るため、以下の2つを一体的に講じたものである。
  - ① 大規模建築物の省エネルギー基準適合義務等の規制措置
  - ② 省エネルギー基準に適合している旨の表示制度  
および誘導基準に適合した建築物の容積率特例の誘導措置

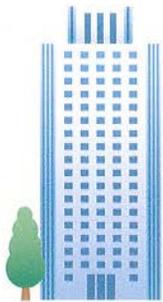
### 建築物省エネ法の概要

#### ① 規制措置（義務）

H29  
4/1

##### ■ 省エネ基準適合義務・ 適合性判定義務

新設



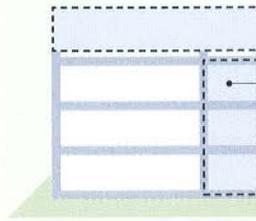
- 非住宅 2000m<sup>2</sup> 以上
- 新築時等に建築物の  
エネルギー消費性能基準  
(省エネ基準)への  
適合義務・適合性判定義務

#### ② 誘導措置（任意）

H28  
4/1

##### ■ 性能向上計画認定・ 容積率特例

新設



省エネ性能向上の  
ための設備について  
通常の建築物の  
床面積を越える部分  
||  
不算入

(行政庁による認定)

##### ■ 届出 ● 建築物 300m<sup>2</sup> 以上

新築・増改築に係る計画の  
所管行政庁への届出義務



住宅

非住宅

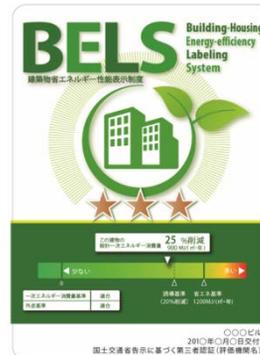
基準に適合せず必要と認める場合は、指示・命令等があります。

##### ■ 省エネに関する表示制度\*

新設

基準レベル以上の  
省エネ性能をアピール  
⇒第三者機関等による評価

既存建築物が基準適合  
していることをアピール  
⇒行政庁による認定



##### 建築物エネルギー消費性能基準 適合認定建築物

この建築物は、建築物のエネルギー消費性能の  
向上に関する法律第16条第2項の規定に基づき、  
建築物エネルギー消費性能基準に適合していると  
認められます。

建築物の名称 416  
建築物の住居 016010036  
認定番号 21  
認定年月日 2017年5月18日  
認定行政庁 〇〇市  
適用基準 次エネルギー消費基準（非燃焼建築物）適合

##### ■ 住宅トップランナー制度

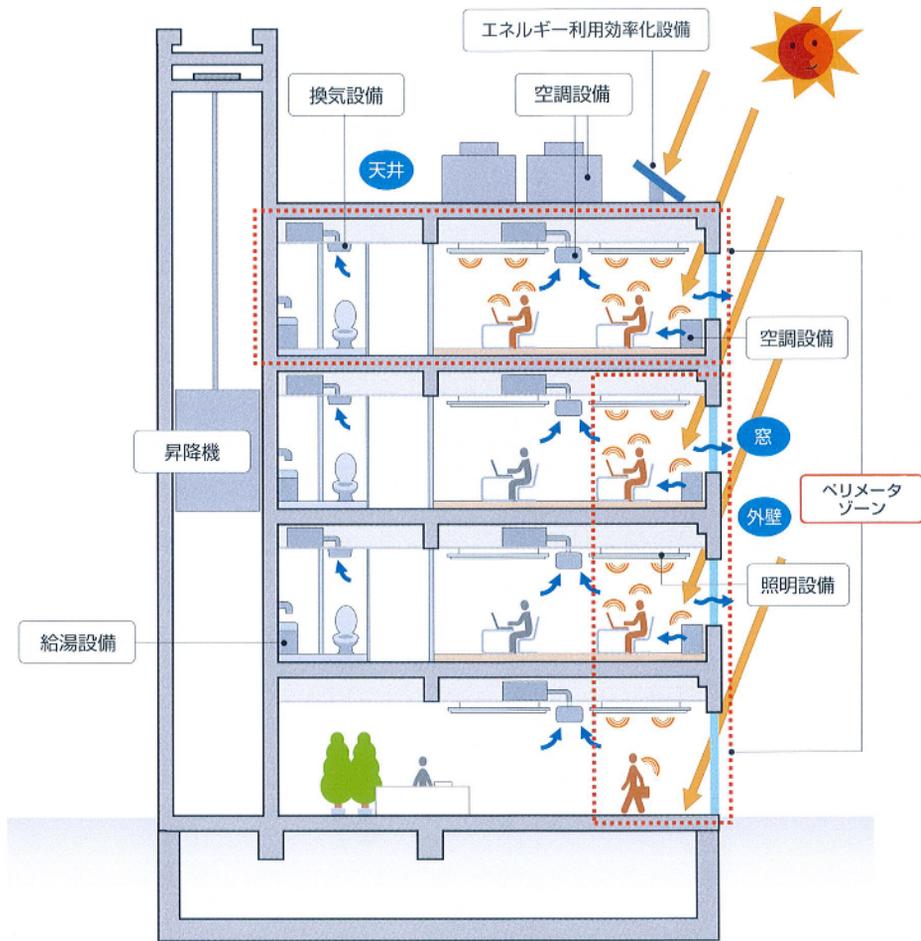
◎ 其他所要の措置（新技術の評価のための大臣認定制度創設（新設）など）

出所) 「建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律（建築物省エネ法）の概要」を一部編集  
国土交通省、一般財団法人建築環境・省エネルギー機構（IBEC）

## 非住宅建築物における省エネルギー基準の概要

- 非住宅の省エネ性能の評価には、以下の2つの基準が用いられる。
  - ① 非住宅の窓や外壁等の外皮性能（PAL\*（パルスター））を評価する基準
  - ② 設備機器等の一次エネルギー消費量を評価する基準

### 外皮性能（PAL\*）と一次エネルギー消費量のイメージ



#### ●外皮性能 (PAL\*)

◎ペリメータゾーンの年間熱負荷係数

$$PAL* = \frac{\text{各階のペリメータゾーンの年間熱負荷 (MJ/年)}}{\text{ペリメータゾーンの床面積の合計 (m}^2\text{)}}$$

◎1年間における①～④までに掲げる熱による暖房負荷及び冷房負荷を合計したものの。

- ① 外気とペリメータゾーンの温度差
- ② 外壁・窓等からの日射熱
- ③ ペリメータゾーンで発生する熱
- ④ 取入外気とペリメータゾーンとの温度差の差及び取入外気量に基づく取入外気の熱

#### ●ペリメータゾーンとは

各階の外気に接する壁の中心線から水平距離が5m以内の屋内の空間、屋根直下の階の屋内の空間及び外気に接する床の直上の屋内の空間をいいます。

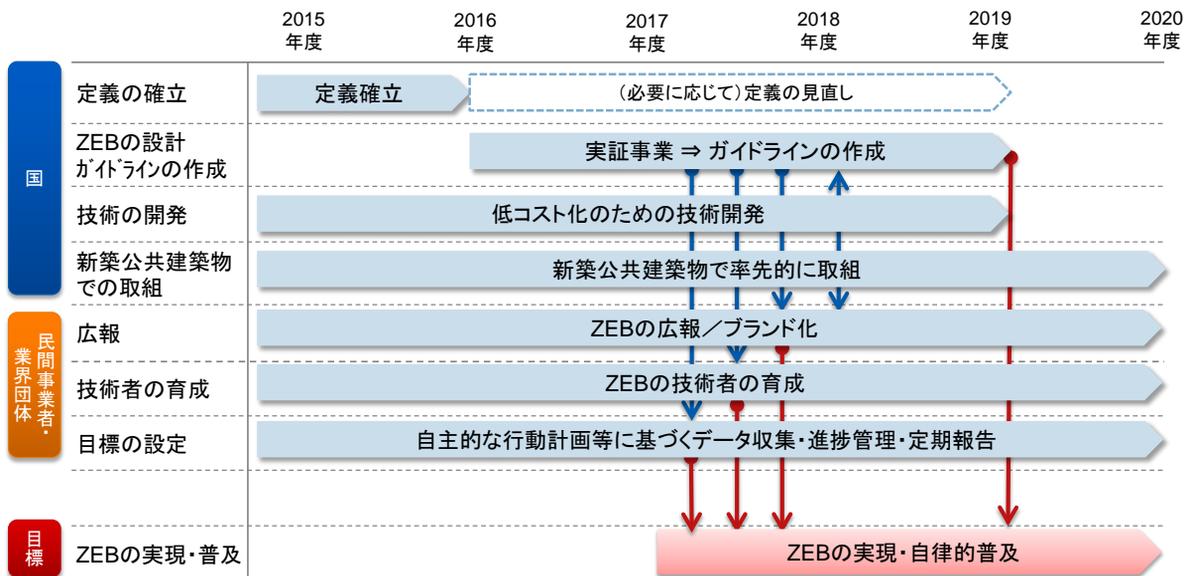
#### ●一次エネルギー消費量

- + 空調設備一次エネルギー消費量
  - + 換気設備一次エネルギー消費量
  - + 照明設備一次エネルギー消費量
  - + 給湯設備一次エネルギー消費量
  - + 昇降機一次エネルギー消費量
  - + その他 (OA 機器等) 一次エネルギー消費量
  - エネルギー利用効率化設備による一次エネルギー消費量の削減量
- = 一次エネルギー消費量

## ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）の動向

- ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）は、室内外の環境品質を低下させることなく、大幅な省エネルギーを実現する建築物として注目が集まっており、「エネルギー基本計画」（2014年4月閣議決定）にて、以下の政策目標が設定されている。
  - ① 2020年までに、新築公共建築物等でZEBを実現することを目指す
  - ② 2030年までに、新築建築物の平均でZEBを実現することを目指す
- また、2015年7月にとりまとめられた「長期エネルギー需給見通し」においても、2030年の目標として定められている省エネルギー量を達成するためには、「ZEB実現に向けた取組等により高度な省エネルギー性能を有する建築物の普及を推進する」ことが前提となっている。このように、ZEBの実現・普及は、我が国のエネルギー需給の抜本的改善の切り札となる等、極めて社会的便益が高いものであり、エネルギー基本計画等の目標の確実な達成が求められている。
- 上記目標の達成に向けたロードマップを作成すべく、ZEBの現状と課題、並びにそれに対する対応の方向性の検証・検討を実施することを目的として、ZEBロードマップ検討委員会が設置された。本検討委員会では、ZEBの定義やZEBの実現・普及にあたっての課題と対応の方向性が議論され、2015年12月にロードマップが公表されている。  
 (http://www.meti.go.jp/press/2015/12/20151217002/20151217002-1.pdf)

### ZEBの実現・普及に向けたロードマップ



出所) 「ZEBロードマップ検討委員会におけるZEBの定義・今後の施策など」 資源エネルギー庁

- また、パリ協定における温室効果ガスの削減目標の達成において、建築物の省エネルギー基準の適合義務化とZEBの実現・普及が位置付けられており、地球温暖化対策の面からも強力に推進する計画である。

## ZEBの定義

- 空気調和・衛生工学会 空気調和設備委員会 ZEB定義検討小委員会によると、ZEBとは以下の通り、定義されている。

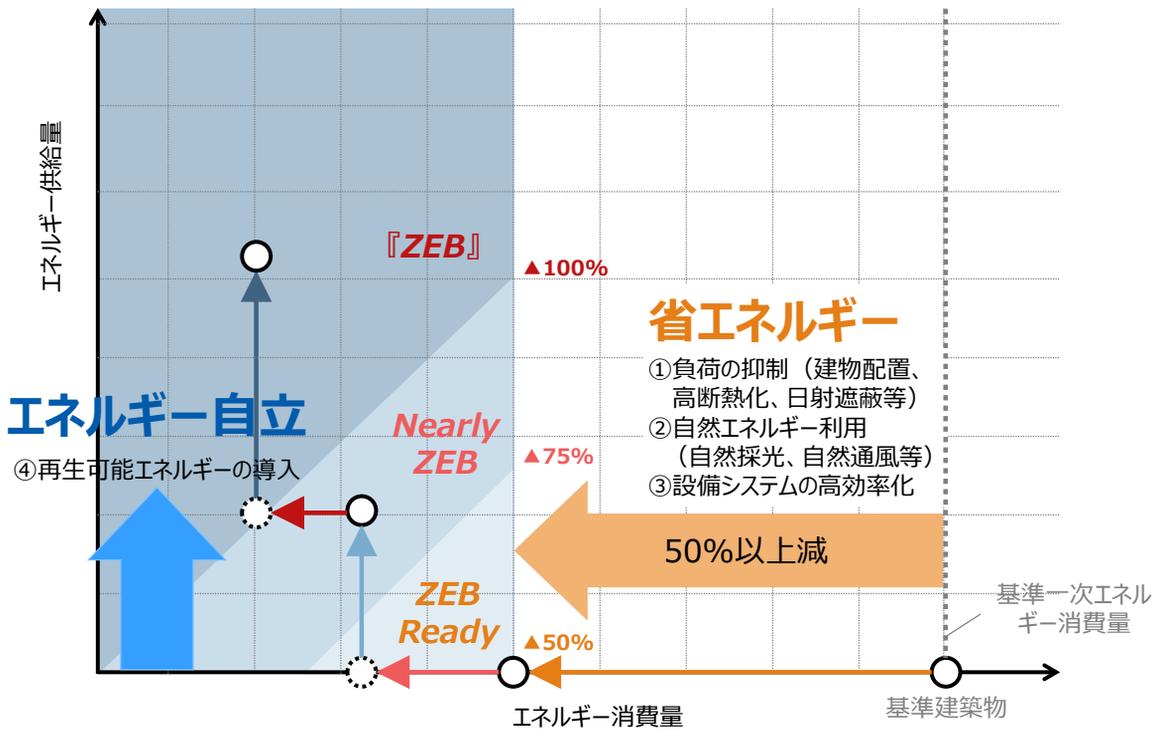
室内及び室外の環境品質を低下させることなく、負荷抑制、自然エネルギー利用、設備システムの高効率化等により、大幅な省エネルギーを実現した上で、再生可能エネルギーを導入し、その結果、運用時におけるエネルギー(あるいはそれに係数を乗じた指標)の需要と供給の年間収支(消費と生成、又は外部との収支)が概ねゼロもしくはプラス(供給量 > 需要量)となる建築物

- 上記を受け、ZEBロードマップ検討委員会では、ZEBとは、先進的な建築設計によるエネルギー負荷の抑制やパッシブ技術の採用による自然エネルギーの積極的な活用、高効率な設備システムの導入等により、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、再生可能エネルギーを導入することにより、エネルギー自立度を極力高め、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とした上で、以下の3つに定義付けがなされた。本ガイドラインで示すZEBについても、以下の定義に基づくものとしている。

	定性的な定義	定量的な定義 (判断基準)
『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	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 以下の①～②のすべてに適合した建築物               <ul style="list-style-type: none"> <li>① 基準一次エネルギー消費量から50%以上の削減 (再生可能エネルギーを除く)</li> <li>② 基準一次エネルギー消費量から100%以上の削減 (再生可能エネルギーを含む)</li> </ul> </li> </ul>
Nearly ZEB	『ZEB』に限りなく近い建築物として、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付けた建築物	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 以下の①～②のすべてに適合した建築物               <ul style="list-style-type: none"> <li>① 基準一次エネルギー消費量から50%以上の削減 (再生可能エネルギーを除く)</li> <li>② 基準一次エネルギー消費量から75%以上100%未満の削減 (再生可能エネルギーを含む)</li> </ul> </li> </ul>
ZEB Ready	『ZEB』を見据えた先進建築物として、外皮の高断熱化及び高効率な省エネルギー設備を備えた建築物	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 再生可能エネルギーを除き、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に適合した建築物</li> </ul>

- 特にZEBの設計段階では、断熱、日射遮蔽、自然通風利用、昼光利用といった建築計画的な手法(パッシブ手法)を最大限に活用しつつ、寿命が長く改修が困難な建築外皮の省エネルギー性能を高度化した上で、建築設備での高度化を重ね合わせるといった、ヒエラルキーアプローチの設計概念が重要であり、上記の定義付けにおいても、その概念が盛り込まれている。
- なお、一次エネルギー消費量の対象は、平成28年省エネルギー基準で定められる空気調和設備、空気調和設備以外の換気設備、照明設備、給湯設備及び昇降機とする(「その他一次エネルギー消費量」は除く)。また、一次エネルギー消費量は運用時ではなく設計時で評価することとし、計算方法は、平成28年省エネルギー基準で定められている計算方法に従うものとされている。
- また、再生可能エネルギーの対象は敷地内(オンサイト)に限定し、自家消費分に加え、売電分も対象に含めることとされている。ただし、エネルギー自立の趣旨に鑑み、再生可能エネルギーは全量買取である場合は、評価の対象とならない。

## ZEBへのアプローチ（イメージ）



## ZEBの計算・評価方法

- 計算プログラム：国立研究開発法人建築研究所のホームページに公開されている、平成28年省エネルギー基準に準拠したプログラム（以下、エネルギー消費性能計算プログラム）を用いてエネルギー消費量の計算を行う。
- ZEBの評価にあたっては、エネルギー消費性能計算プログラムに基づく、基準建築物と比較した時の設計建築物の一次エネルギー消費量の比率であるBEI（Building Energy Index）を指標としており、 $BEI \leq 0.50$ の場合に、ZEB（ZEB Ready含む）が達成したと判定される。
- ただし、この一次エネルギー消費量の対象は、平成28年省エネルギー基準で定められる空気調和設備、空気調和設備以外の換気設備、照明設備、給湯設備及び昇降機とされている（「その他一次エネルギー消費量」は除く）。

$$BEI = \frac{\text{設計一次エネルギー消費量} - \text{その他一次エネルギー消費量} + \text{エネルギー効率化設備(太陽光発電等)}}{\text{基準一次エネルギー消費量} - \text{その他一次エネルギー消費量}}$$

- なお、BEIにおける再生可能エネルギーは再生可能エネルギーの対象は敷地内（オンサイト）かつ自家消費分に限定された評価であるのに対し、ZEBの計算・評価方法では、売電分も対象に含めることとされている点に留意いただきたい。

## 1.2 本ガイドラインの目的と対象範囲

### ZEBの実現・普及に向けた課題と本ガイドラインの位置付け

- ZEBの実現・普及を阻む課題として、以下が指摘されている。
  - ① 政府や業界において、ZEBの実現・普及に向けた各種施策や取組が推進され、大幅な性能向上が見込まれる個別要素技術の開発には対応してきたが、これらの要素技術を組み合わせてZEBを設計するという設計手法の確立・共有化には十分に対応できていない。
  - ② また、従来はZEBを実現する建築物のコストに関する試算が行われておらず、経済合理性が成り立つ範囲でのZEBの実現可能性が評価できていなかった点も課題として挙げられる。
- ZEBの実現・普及に向けて、解決しなければならない課題は多々あるが、長期エネルギー需給見通し等の省エネ目標の実現のためには、建築物のZEB化は必要条件である。また、設計上の工夫や様々な先進技術の組み合わせによるZEBが先進的な事業者により全国各地で実現してきている。
- 本設計ガイドラインは、このような先進的な取組を踏まえ、ZEBの実現・普及に取り組む建築主（地方公共団体、民間企業、その他法人、個人）や、ZEBの実現を支援する法人（設計事務所、総合建設業者、コンサルティング企業等）に向け、ZEB Ready（省エネルギー率50%）の実現に向けた設計手法について、解説・支援を行うことを目的としたものである。このガイドラインを活用いただき、積極的にZEBの実現、普及に向けて取り組まれない。
- 本編では、延面積2,000㎡の事務所ビルを小規模事務所のモデルケースとして、ZEB Ready（省エネルギー率50%）を実現するための設計（建築・設備）仕様、及び、エネルギー消費性能計算プログラムにおける計算例について紹介している。
- なお、本設計ガイドラインは、建築物の運用段階のエネルギー消費の削減に寄与する技術についても可能な範囲で触れているが、主に建築物の設計段階を対象としており、運用段階におけるZEB Readyを保証するものではない点についてご留意いただきたい。

### 本編

#### 中規模事務所編



#### 老人ホーム・福祉ホーム編



#### スーパーマーケット／ホームセンター編

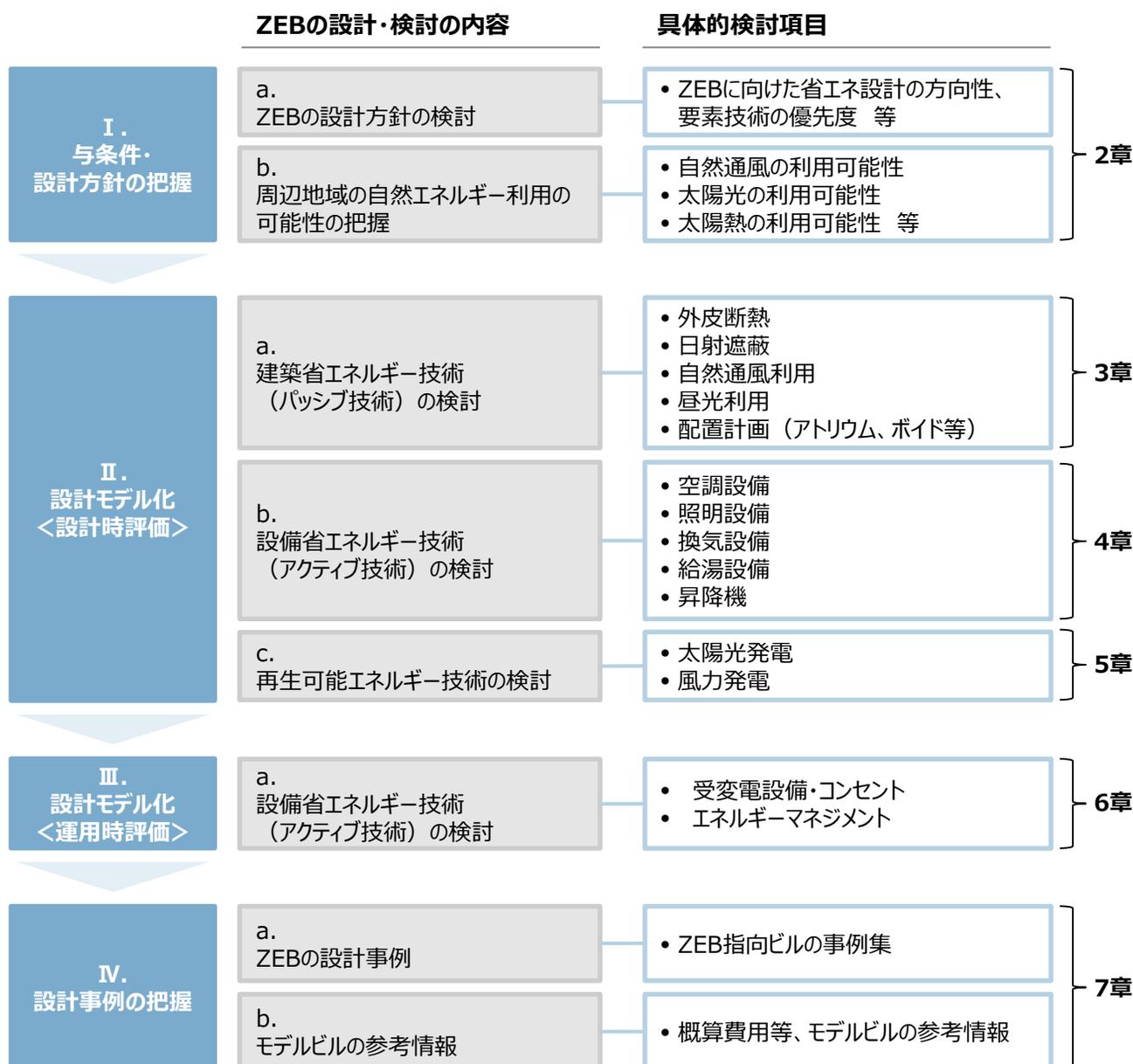


#### 病院編

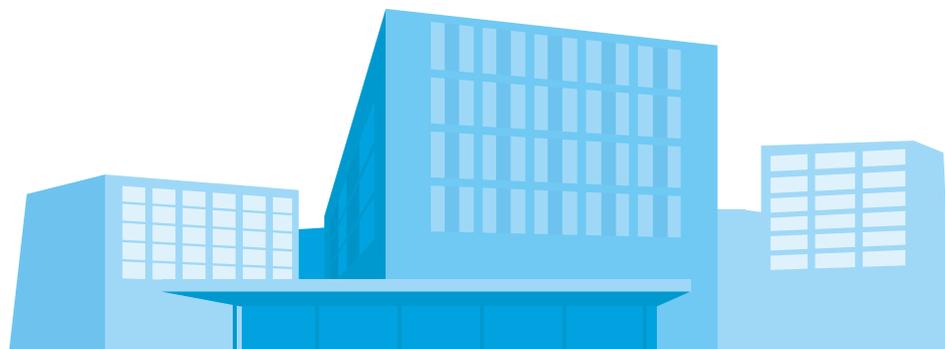


## 本設計ガイドラインの使い方

- 本設計ガイドラインを活用して、ZEBの設計を行う際に、まずは2章を参照し、ZEBに向けた省エネ設計の方向性、モデルビルのケーススタディに基づく要素技術の優先度（建築計画・パッシブ技術、空調設備、照明設備、換気設備、給湯設備、昇降機設備等）について確認いただき、ZEBの実現に向けた考え方等について理解を深めていただきたい。
- その上で、3章～6章を参照し、ZEB実現に資する技術について以下を確認いただき、ZEBを検討する上での判断材料としていただきたい。
  - ZEB Readyへの考え方・アプローチや実現に資する技術の紹介
  - エネルギー消費性能計算プログラムでの反映方法
  - 省エネ効果の目安
  - 概算費用増分の目安
- また、7章において、ZEBの設計実例等を掲載している。適宜、参考としていただきたい。



## 第 2 章



### ZEBの実現に向けた設計プロセスと要素技術

## 2章 ZEBの実現に向けた設計プロセスと要素技術

### 2.1 ZEBの建築・設備計画方針

- ネット・ゼロ・エネルギーは、空調・照明・換気・給湯等、敷地内または建物内で消費されるエネルギーと、太陽光発電等により敷地内で生成するエネルギー量が概ね等しいことが基本概念となる。
- これに達するには、レファレンスビル（平成28年省エネルギー基準相当のビル）に対して、①まずは、建物躯体の高断熱化や自然エネルギーの活用により建物にかかる負荷を抑制する。②その上で、省エネルギー技術を導入することで、徹底的な省エネルギーを実現させる。③最後に、太陽エネルギー等の再生可能エネルギーを導入して、可能な限り、ネット・ゼロに近づけることが重要となる。
- このような建築物は、日建設計総合研究所を中心とした「ZEB研究会（エネルギー自立型建築研究会）」において、「エネルギー自立型建築」と定義され、その建築物のデザインプロセスは、「パッシブデザイン」、「アクティブデザイン」、そして建物完成後の「マネジメント」に大別されている。

#### パッシブデザイン

- 周辺環境や室内環境を適正に保ち、建物の負荷を抑制する。その上で、光、風等の自然エネルギーを積極的に活用したり、上手く制御するデザイン手法が求められる。
  - ① 周辺環境の適正化：建物配置・建築計画の適正化、外構計画の適正化
  - ② 負荷の抑制：建物外皮の断熱強化、内部発熱の低減
  - ③ 自然エネルギーの利用：自然採光、自然通風利用
  - ④ 室内環境の適正化：温熱環境、空気質環境、光環境の適正化

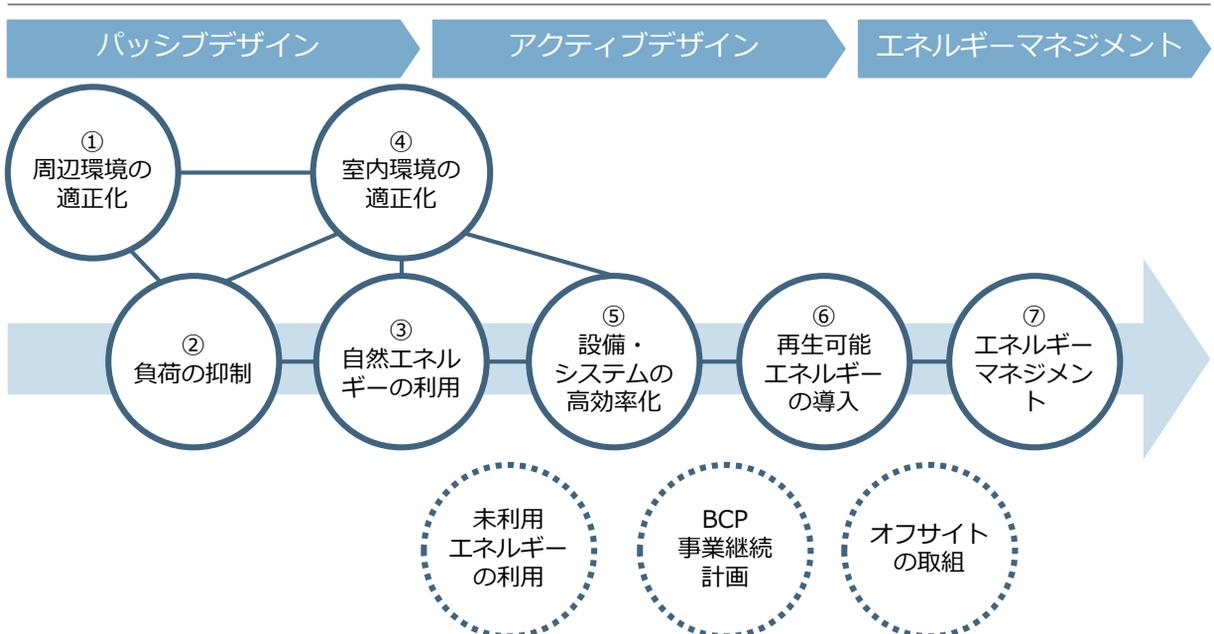
#### アクティブデザイン

- 高効率な設備システムを導入するとともに、未利用エネルギー（地下水、河川水の温度差エネルギー等）を活用を検討し、エネルギー消費量を最小限とした上で、再生可能エネルギーを導入する。
  - ⑤ 設備・システムの高効率化：空調・換気設備、熱源設備、照明設備、給湯設備等の高効率化
  - ⑥ 再生可能エネルギーの導入：太陽光発電、風力発電等

#### エネルギーマネジメント

- さらに、ネット・ゼロ・エネルギー・ビルを永く適切に運用するためには、建物の生涯にわたるライフサイクル・エネルギー・マネジメントが必要になる。
  - ⑦ エネルギーマネジメント：BEMS（Building Energy Management System）の活用、ライフサイクル・エネルギー・マネジメントの実施、見える化等

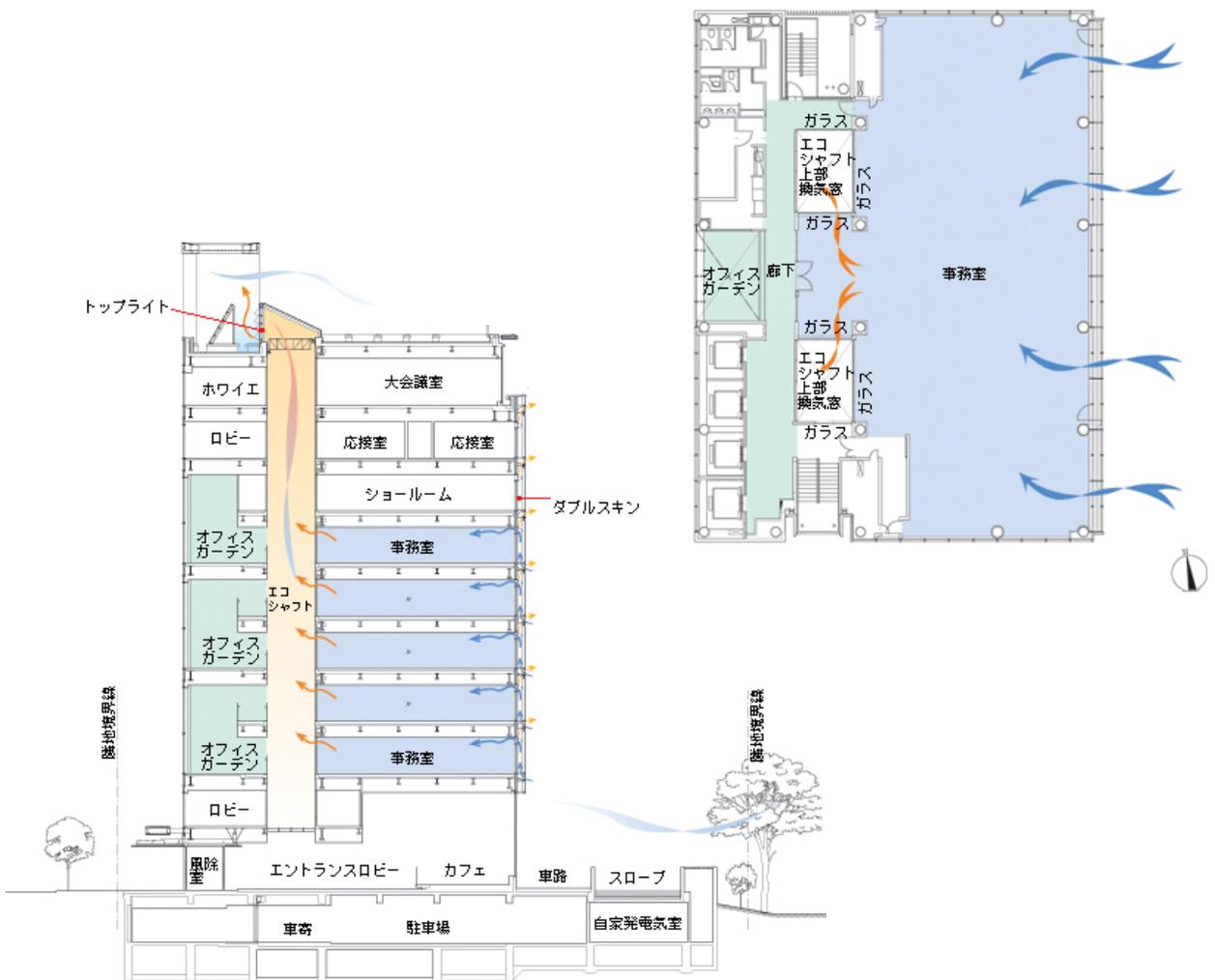
#### ZEBの建築・設備計画方針（イメージ）



## ZEBの建築・設備計画方針 周辺環境（建物配置）の適正化

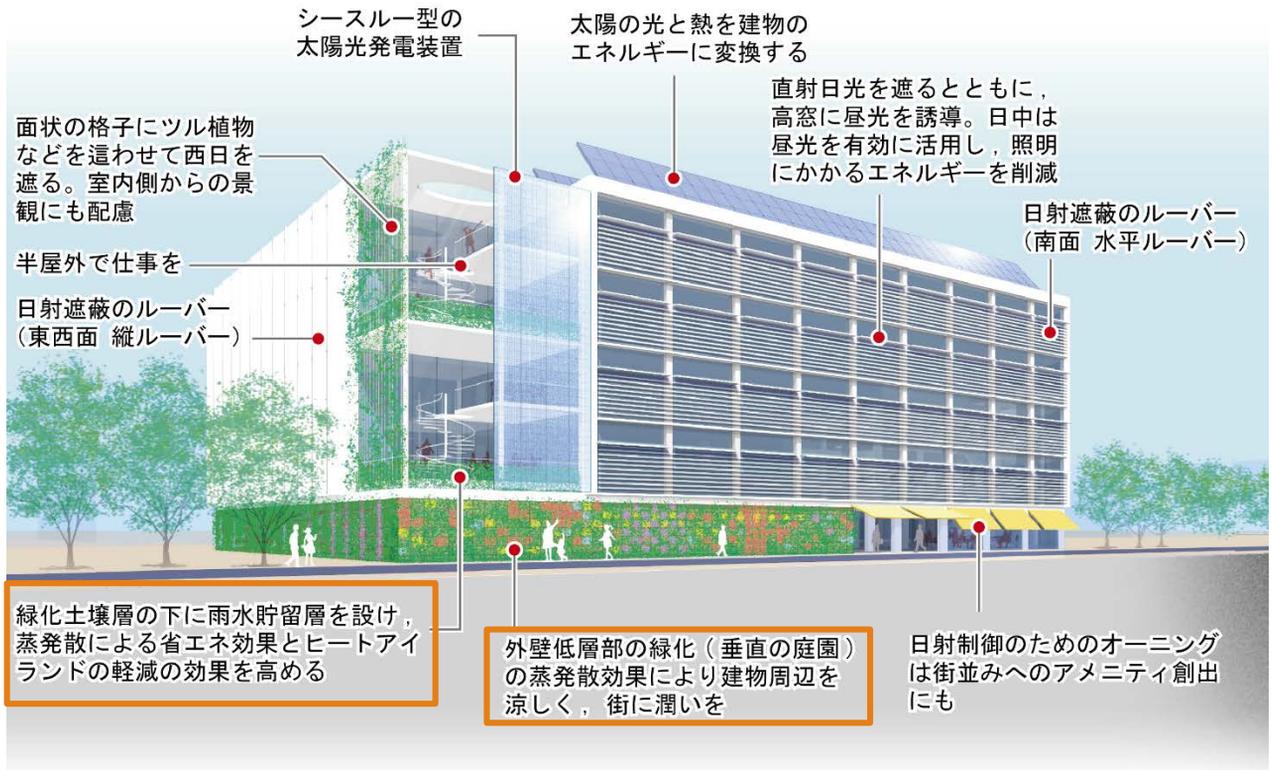
- ZEBを目指す上では、パッシブデザインの積極的な導入により、各種の環境負荷を低減することが求められる。自然エネルギーを最大限活用し、必要に応じてその影響から建物を守るためには、敷地に特有な気象条件に調和した建物配置や建築計画を行うことが必須となる。
- 例えば、海からの斜面上昇風を建物内の自然通風の駆動力にするため、斜面形状に沿った建物配置・建物形状を決定した事例も見られる。同様に、自然光を活用したり、日射遮蔽を検討したりする場合には、日射の角度や強度が地域・方位・季節・時刻に応じて異なる点を考慮しなくてはならない。

### 自然通風利用に適した建物配置・建築計画のイメージ



- 外構空間における工夫は、建物内のエネルギー消費に対する直接的な影響は小さいものの、緑化や水面を確保して敷地内を涼しく保つことで、建物内に心地よい風を取り込むことができる。
- また、周辺や地域のヒートアイランド現象の抑制に大きな役割を担う。さらに緑地や美しい景観を生み出すとともに、生態系への影響も緩和させることができる。
- 敷地内に熱を溜めず、涼しく保つための方法としては、外構の緑化や水面の確保以外に、以下のような対策が考えられる。
  - 通風による熱伝達の促進：地域の風を阻害しない建物配置、通風経路の確保 等
  - 蒸散による熱放散の促進：敷地・屋上・外壁の緑化、保水性塗装材の利用 等
  - 放射による熱放散の促進：外壁・屋根面への高反射性塗料、空地による天空率の確保 等

外構計画の適正化のイメージ

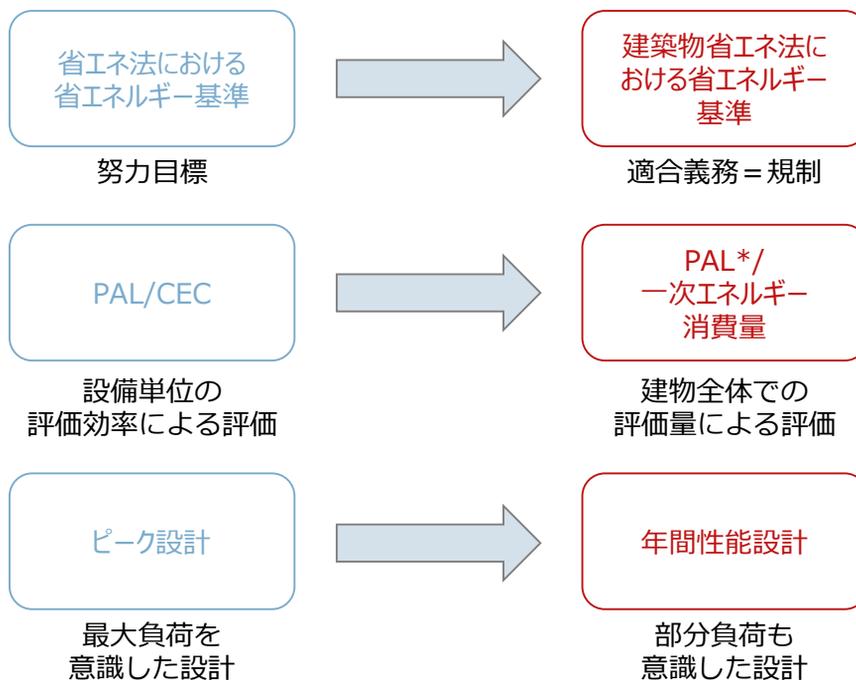


## 負荷の抑制・設備容量の適正化 に関するケーススタディ

以下、月刊建築技術2016年9月号P.112~118掲載の国土技術政策総合研究所・宮田征門氏の記事「設備機器の性能を活かす選択方法」より引用する

- エネルギー消費性能の向上を考慮して建築物の設備システムを考慮する際、効率の高い設備機器を導入するだけでなく、その建築物に見合った能力の機器を適切に選定することも重要である。ZEBを設計する際は、まずは建築計画を工夫して設備の負荷を最適化し、その負荷を賄えるだけの最小限の能力の設備機器を選定することが肝要である。この上で、設備機器の高効率化や制御の導入による最適運転を図り、再生可能エネルギー等の導入を検討すべきである。
- この「設備の負荷を最適化し、過剰な設備の導入を抑制する」点は、まだすべての設計者の共通の理解とはなっていない。これまでの建築設備計画においては、建築主が設計条件として掲げる最大負荷（ピーク負荷）が発生したときでも十分な性能を発揮できることが重要視されてきたが、国土交通省は年間一次エネルギー消費量を指標とした省エネルギー基準への適合義務化に踏み切る等、ピーク時の性能だけでなく、年間のエネルギー消費性能も勘案した設計（年間性能設計）をしなければならぬ時代がきているとも考えられる。

### 省エネ設計の転換（イメージ）



- 従来型のピーク設計では、導入する機器の能力等に余裕を持たせることで「安全側」の設計となるが、過度に余裕を持たせると年間のエネルギー消費量は増加し、年間性能設計として「危険側」の設計となる。ピーク設計と年間性能設計では相反する解となる場合があり、今後、設備設計者はそのバランスを問われることになる。
- 年間性能設計において、真に省エネを達成するためには、「ピーク負荷」の想定自体を再考することも重要である。ピーク設計においては、気象条件や内部発熱条件等について最大に近い値を想定し、さらに、そこに余裕を見込んで機器選定を行うという計画手法が安全であり是であった。年間一次エネルギー消費量を削減するという目的を達成するためには、建築設備計画（外皮性能の計画を含む）の根本である「ピーク負荷」をどのように想定すべきかを熟考する必要がある。

出所)「建築技術」(2016年9月号)

- 負荷の抑制・設備容量の適正化により、どの程度の省エネ効果が得られるかについて、延面積10,308㎡・7階建・東京の事務所ビルをモデルとして検討する。

- 基準（01）ケースは以下のように想定する。

- 壁体断熱材：押出法ポリスチレンフォーム保温版（1種）（厚さ25mm）
- 窓ガラス：単板ガラス（厚さ8mm）とし、ブラインドが設置
- 窓面積率（外皮面積に対する窓面積の比率）：30%
- 熱源機種：空冷ヒートポンプ2台（冷房COP3.24、暖房COP3.42）
- 一次ポンプ：WTF（ポンプ能力/消費電力）44.0
- 二次ポンプ：2台（台数制御あり）、往還温度差7℃、変流量制御（最小風量比60%）WTF（ポンプ能力/消費電力）22.0
- 空調機：ATF（空調機能力/消費電力）7.0

- 基準（01）ケースから、『負荷の抑制（開口部の断熱・遮熱性能の向上）』、『設備容量の適正化（顕熱補正率、容量選定時の補正係数を変更）』が反映されるよう、条件を変更。

ケース	構造体		開口部（窓）			内部発熱			外気導入量 m³/h人	全熱交換器の有無	顕熱補正率		容量選定時の補正係数			
	外壁	内壁	熱通過率	遮蔽係数	窓面積率	照明	機器	人員			冷房	暖房	K1	K2	K3	K3
	W/mK	W/mK	W/mK	-	%	W/m²	W/m²	人/m²			-	-	-	-	冷房	暖房
01	1.00	1.96	4.9	0.62	0.3	20	20	0.2	30	有	1.15	1.21	1.05	1.05	1.05	1.1
02	↑	↑	2.2	0.39	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
02a	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	1.05	1.1	↑	↑	↑	↑
02b	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	1.05	1.1	1	1	1	1
03	↑	↑	↑	↑	↑	12	12	0.1	↑	↑	↑	↑	1.05	1.05	1.05	1.1
03a	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
03b	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	1	1	1	1

負荷の抑制

設備容量の適正化

- 基準（01）ケースから、『負荷の抑制（開口部の断熱・遮熱性能の向上）』、『設備容量の適正化（顕熱補正率、容量選定時の補正係数を変更）』した場合の省エネルギー効果は以下の通り。

ケース	時刻別負荷集計の最大値		熱源機必要能力（2台分割）		計算結果		
	冷房	暖房	冷房	暖房	①設計一次エネ	②基準一次エネ	BEI/AC <sup>注</sup> (①/②)
	kW	kW	kW/台	kW/台	MJ/m²年	MJ/m²年	-
01	1,040	526	664	335	1,164	1,173	1.00
02	968	457	618	291	1,087	↑	0.93
02a	914	444	583	283	1,046	↑	0.90
02b	↑	↑	504	245	1,029	↑	0.88
03	591	303	377	193	802	↑	0.69
03a	555	290	354	184	772	↑	0.66
03b	↑	↑	306	160	781	↑	0.67

注）BEI/ACとは、エネルギー消費性能計算プログラムに基づく、基準建築物と比較した時の設計建築物の一次エネルギー消費量の比率であるBEI（Building Energy Index）のうち、空調に限定した指標を指す

出所）「建築技術」（2016年9月号）

※エネルギー消費性能計算プログラムでは、「設備容量」は入力可能であるが、上記の「顕熱補正率」や「容量選定時の補正係数」を直接入力する仕様とはなっていない。そのため、上記は、「設備容量」を検討する上での重要な考え方として参照いただきたい。

## 2.2 ZEBの要素技術

- 一般的な事務所ビルにおける一次エネルギー消費量（PCやOA機器等は除く）は、空調に起因するものが800MJ/m<sup>2</sup>年（全体の約60%）、照明に起因するものが400MJ/m<sup>2</sup>年（全体の約30%）を占める。
- そのため、事務所ビルにおいては、高断熱外皮（断熱材、窓等）や日射遮蔽技術の導入等により建物内部の空調負荷を削減させるとともに、自然通風利用や高効率な空調設備を導入することで、空調一次エネルギー消費量の削減（目安：45～50%減）を優先的に図ることが望ましい。
- また、空調に次いでエネルギー消費量が多い照明については、昼光を適切に取り入れる建築計画や技術の採用を積極的に推進しつつ、LED照明等、高効率な照明設備を導入することで、照明一次エネルギー消費量の削減（目安：50～80%減）を図ることが望ましい。

平成28年省エネルギー基準に適合する仕様（目安）

BEFORE  
基準相当

[MJ/m<sup>2</sup>年]

1,500

1,200

900

600

300

0

空調

換気

照明

給湯

昇降機

基準相当

建築仕様・導入技術  
(断熱地域区分6地域での目安)

### <外皮性能>

- 屋根断熱：押出法ポリスチレンフォーム保温板50mm
- 外壁断熱：押出法ポリスチレンフォーム保温板50mm
- 窓：単板透明ガラス8mm

### <パッシブ利用>

- 特になし

### <熱源・冷却塔>

- 中央熱源式：空冷ヒートポンプチラー  
(冷房COP3.24 暖房COP3.42)

### <ポンプ>

- 2台のポンプによる台数制御・インバータ制御
- 7℃差送水
- 変流量制御（最小流量比60%）

### <空調機>

- 一般型空調
- 定風量制御・全熱交換器・外気カット制御

### <機器>

- 標準モーター

### <制御>

- 特になし

### <パッシブ利用>

- 特になし

### <機器>

- 事務室：Hf型蛍光灯
- バック系統：Hf型蛍光灯ダウンライト式

### <制御>

- 制御なし

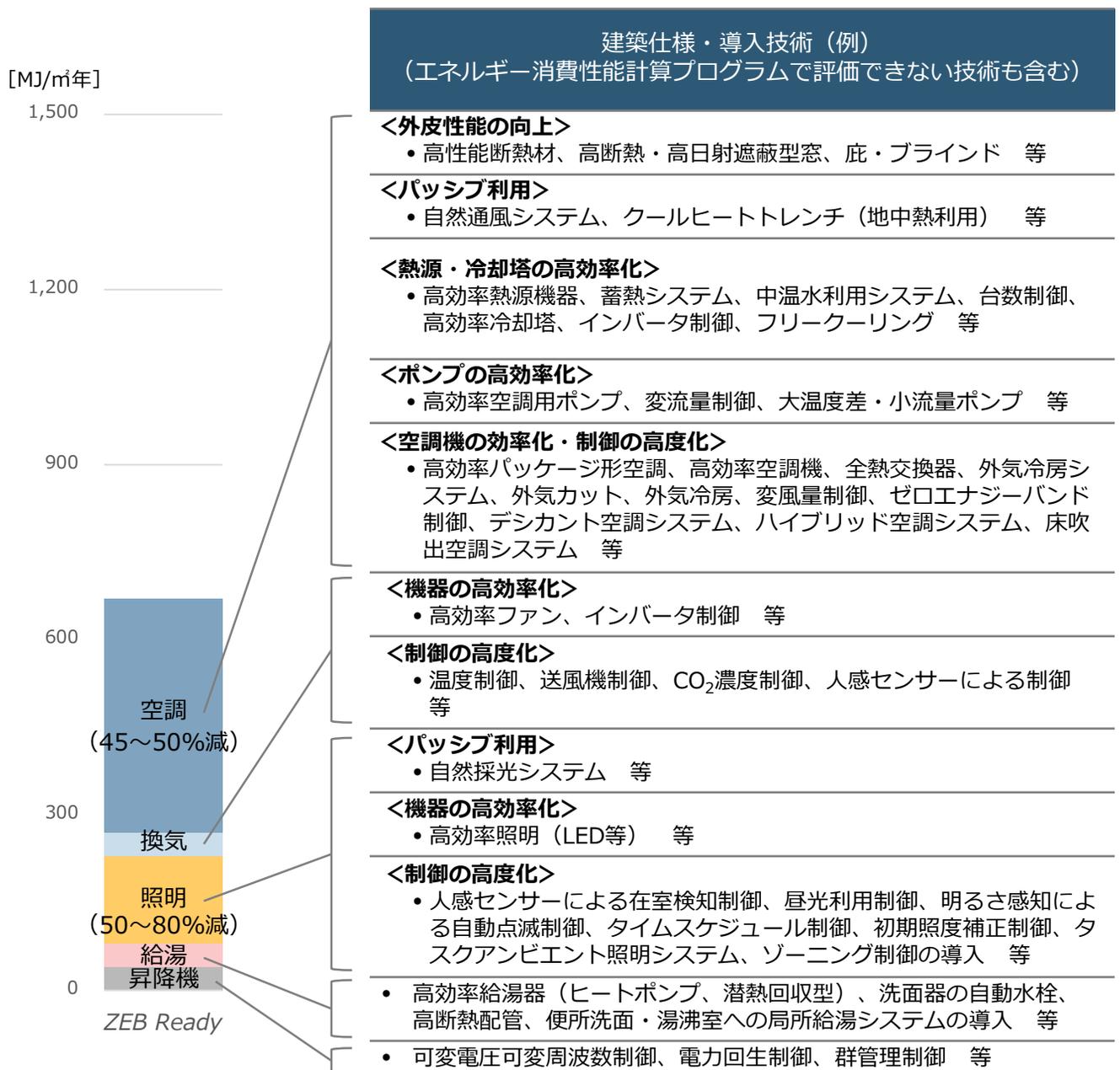
- 便所の洗面器用途に個別給湯機（電気式）を設置
- 節水機能なし
- 標準の保温仕様
- 交流帰還制御

※上記の数値はレンドブル比70%程度のモデル建物を想定

- 省エネ計算プログラム「エネルギー消費性能計算プログラム（非住宅版）Ver.2.4.0（2017.10）」を活用して、ZEB Ready（省エネルギー率50%）を実現するビルを計算した場合、建築計画・パッシブ技術、空調設備、照明設備、換気設備、給湯設備、昇降機設備別に、以下の設計仕様例が考えられる。
- 以降、3章～5章にかけて、本ガイドラインのケーススタディで取り上げた技術を中心に、「ZEB Readyへの考え方・アプローチや実現に資する技術の紹介」、「エネルギー消費性能計算プログラムでの反映方法」、「省エネ効果の目安」、「概算費用増分の目安」について詳細を記述する。

事務所ビルのZEB Ready実現に向けた仕様（目安）

AFTER  
ZEB Ready相当



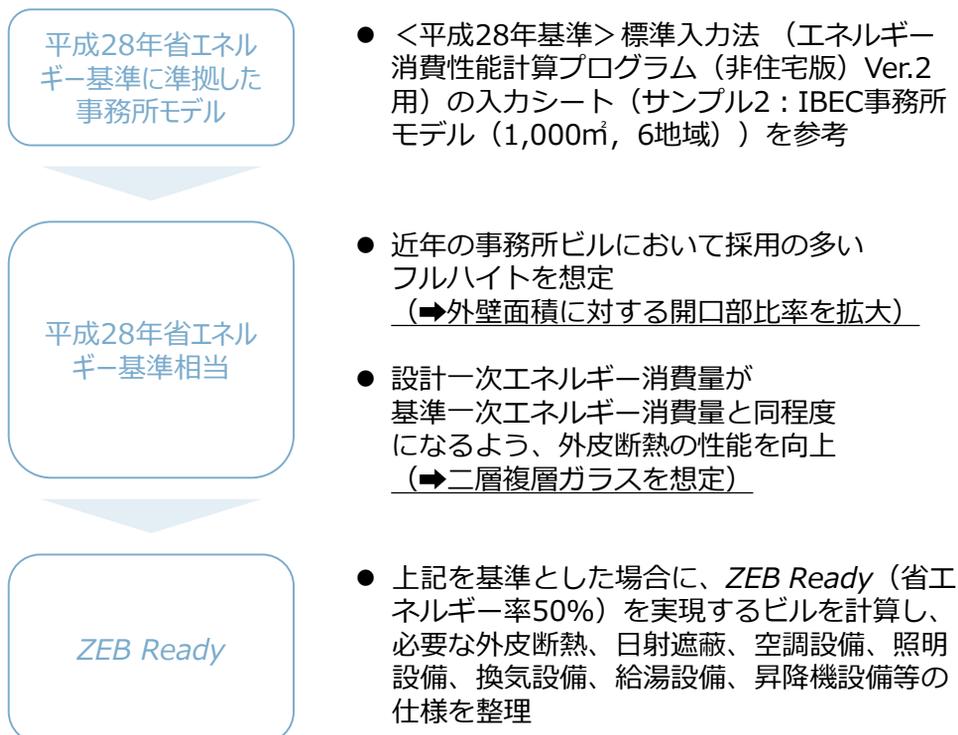
※上記の数値はレンドブル比70%程度のモデル建物を想定

## 2.3 本ガイドラインにおけるケーススタディの概要

### ケーススタディの実施方針

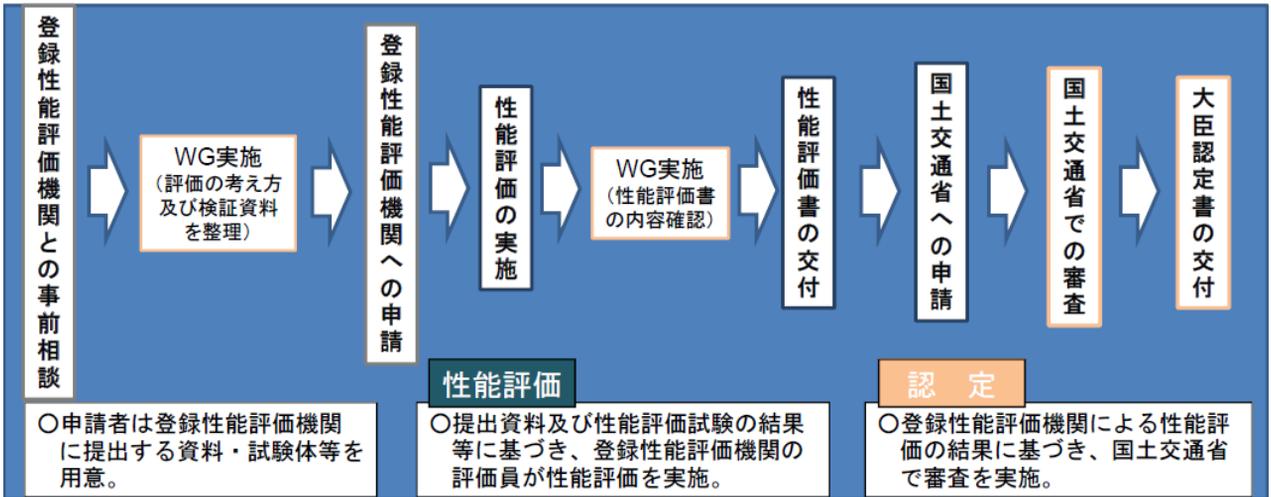
- 本ガイドラインにおけるケーススタディでは、エネルギー消費性能計算プログラムを活用して、**ZEB Ready**（省エネルギー率50%）を実現するビルを計算し、必要な外皮断熱、日射遮蔽、空調設備、照明設備、換気設備、給湯設備、昇降機設備等の仕様を整理している。
- なお、計算モデルの選定にあたっては、＜平成28年基準＞標準入力法（エネルギー消費性能計算プログラム（非住宅版）Ver.2用）の入カシート（サンプル2：IBEC事務所モデル（1,000㎡，6地域））を参考とし、
  - ① 延面積を2,000㎡程度に拡張するとともに、近年の事務所ビルにおいて採用の多いフルハイト（外壁面積に対する開口部比率の拡大）を想定した建築計画となるよう、計算モデルを一部修正し、
  - ② ①の建築計画を前提とした場合に、建築物エネルギー消費性能基準に適合するよう、外皮断熱の性能を高め、
  - ③ ①②を満たす計算モデルを対象に、エネルギー消費性能計算プログラムで評価が可能な高効率設備や制御を用いた場合に、**ZEB Ready**（省エネルギー率50%）を実現するビルの計算を行った。

### ケーススタディの実施方針



## 大臣認定制度 (特殊の構造・設備を用いる建築物の認定)

- 省エネ基準等で評価できない新技術の評価し、新技術を用いる建築物が基準に適合する旨の認定を行う制度。登録建築物エネルギー消費性能評価機関の性能評価に基づき、国土交通大臣が基準と同等以上の性能を有することについて認定する。適合性判定が必要な建築物等について、大臣認定を受けた場合には、適合判定通知書の交付を受けたものとみなす等の特例が適用される。
- 認定プロセスは下記の通り。
  - ① 性能評価：申請のあった建築物の省エネ性能を確かめるための技術評価。国土交通大臣の登録を受けた登録性能評価機関において行われる。
  - ② 認定：登録性能評価機関において交付された性能評価書に基づいて、国土交通大臣が行う。

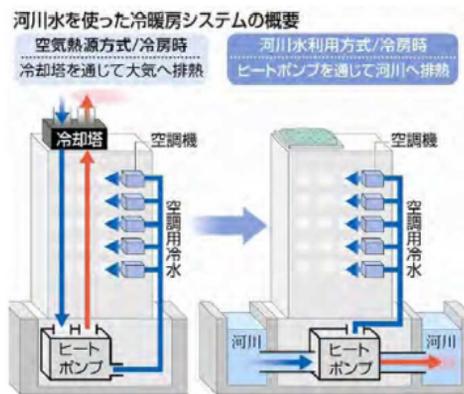


- 基準化されていない評価方法の例は下記の通り。

### 【エコボイド(自然通風利用)】



### 【河川水利用】



#### 【すぐに基準化できない理由】

- 省エネ効果は、屋外の状況(隣棟間隔や卓越風向等)にも依存する。
- 通風量を正確に算出することが現在の技術では困難。
- 通風の発停や強弱を制御する方法が一般化されておらず、建物毎によって大きく異なる。

#### 【個別認定であれば評価できる理由】

- 個別に調査(風向や通風量等)・分析を行えば、省エネ効果・性能を評価することが可能

#### 【すぐに基準化できない理由】

- 任意の地点における地盤内部や河川水の温度変化を推測することが現在の技術では困難。  
→建設される河川固有の水温の変化や潮の満ち引きを考慮しなければいけない。

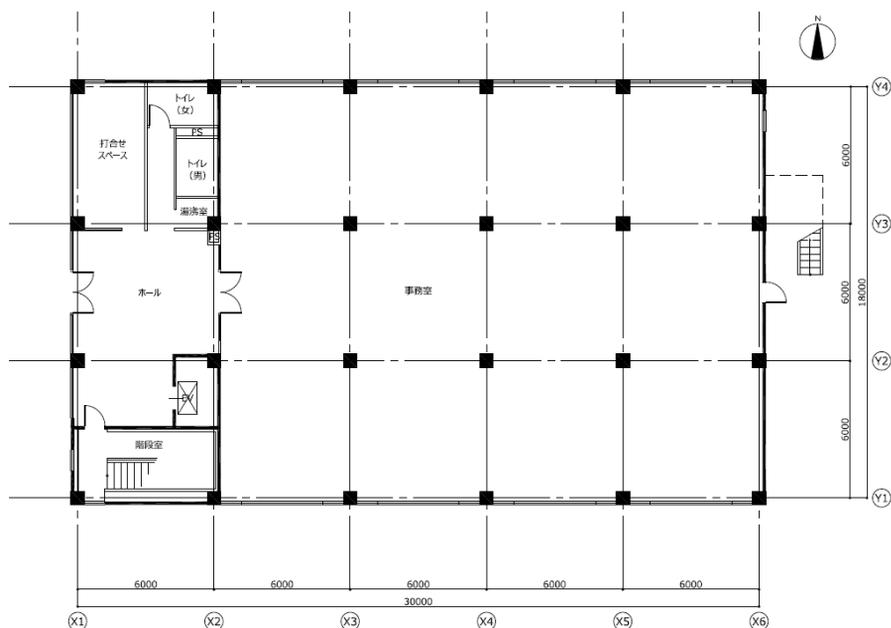
#### 【個別認定であれば評価できる理由】

- 個別に調査(温度や水位の調査等)・分析を行えば、省エネ効果・性能を評価することが可能。  
→河川水の温度条件が明確になれば安全側評価は容易。

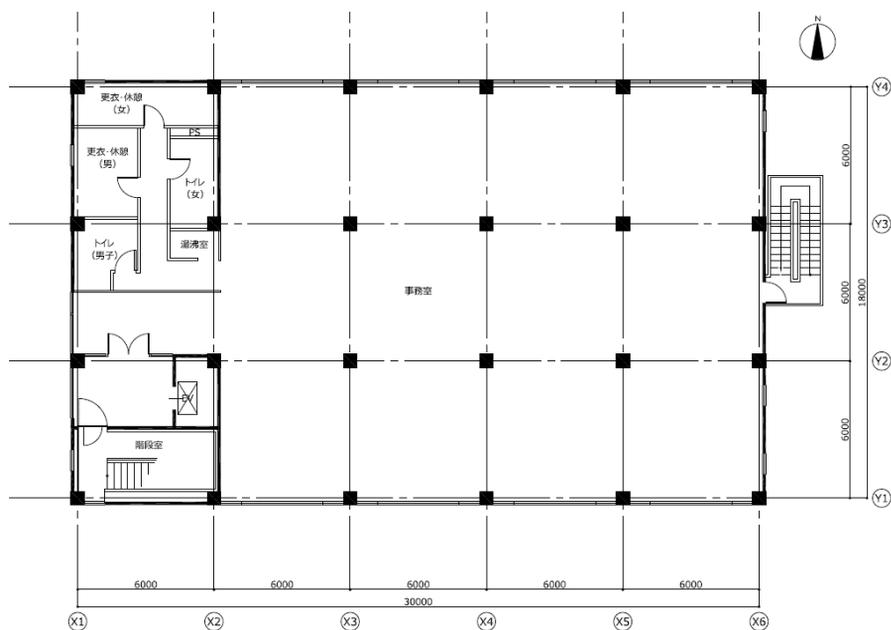
## 本ガイドラインにおけるケーススタディの概要 建築計画

- 本ガイドラインにおけるケーススタディでは、以下の建築計画を想定している。
  - 建築物所在地：東京都（断熱地域区分の6地域に相当）
  - 構造：鉄筋コンクリート造
  - 階数：地上3階建て
  - 敷地面積：1,200m<sup>2</sup>
  - 建築面積：564m<sup>2</sup>
  - 延面積：1,706m<sup>2</sup>

<1階平面図>



<基準階平面図>



本ガイドラインにおけるケーススタディの概要  
設計条件

- 各室用途の使用時間や負荷等を設定したときの想定を以下に示す。

室用途名称	使用時間や負荷の想定	年間空調時間	照明発熱参照値	在室者数参照値	機器発熱参照値	新鮮外気導入量	年間換気時間	基準設定換気方式	基準設定換気回数	基準設定換気風量	基準設定全圧損失	年間照明点灯時間	基準設定照度	基準照明消費電力	年間給湯日数	基準設定湯使用量
		h/年	W/m <sup>2</sup>	人/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h	h/年	-	回	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h	Pa	h/年	lx	W/m <sup>2</sup>	日/年	L/人日
事務室	一般的な事務室。手洗いのための湯の使用を想定。	3,374	12	0.1	12	5.0	0	-	-	0.0	0	3,133	750	16.3	241	3.8
会議室	朝から夕方まで使用されることを想定。人員密度が事務室より多い。	2,410	10	0.25	2	12.0	0	-	-	0.0	0	2,169	500	10.9	241	3.8
更衣室 又は倉庫	換気回数5回（第三種換気）を想定。入浴・シャワーによる湯の使用を想定。	3,374	15	0.3	0	4.0	3,133	第三種	5	13.5	300	3,133	300	6.6	241	62
廊下	-	3,133	15	0.03	0	2.5	0	-	-	0.0	0	3,133	200	8	0	0
ロビー	洗面、手洗いのための湯の使用を想定。	3,133	15	0.03	0	2.5	0	-	-	0.0	0	3,133	500	17.9	241	3.8
便所	換気回数15回（第三種換気）を想定。	3,133	15	0.03	0	2.5	3,133	第三種	15	40.5	300	3,133	300	12	0	0
機械室	標準的な発熱量の電気機械室。換気回数5回（第一種換気）、24時間換気を想定。	0	0	0	0	0.0	8,760	第一種	5	13.5	300	200	200	4.9	0	0
湯沸室等	換気回数5回（第三種換気）程度の非空調室	0	0	0	0	0.0	2,000	第三種	5	13.5	300	1,000	300	6.6	0	0

本ガイドラインにおけるケーススタディの概要  
建築仕様・導入設備の概要

- 本ガイドラインにおけるケーススタディでは、「A. 平成28年基準相当」、「B. ZEB Ready」の各ケースについて、以下の建築仕様・導入設備を想定している。
- なお、下記の例は、エネルギー消費性能計算プログラムにおいて、現状で評価可能な技術に限定した場合の試算結果であり、その他、様々な技術の組み合わせが存在することにご留意いただきたい。

検討ケース		ケースA：平成28年基準相当	ケースB：ZEB Ready
		省エネ基準相当の性能	
外皮	窓仕様	アルミサッシ 二層複層ガラス (Low-Eなし、中空層6mm)：熱貫流率3.3W/m <sup>2</sup> K 日射熱取得率0.79)相当	アルミ樹脂複合サッシ 二層複層ガラス (Low-E 1枚、断熱ガス、日射遮蔽型、中空層10mm：熱貫流率1.7W/m <sup>2</sup> K 日射熱取得率0.40)相当
	屋根断熱	-	水平庇 (0.6m, 窓上1.4m)
	外壁断熱	押出法ポリスチレンフォーム保温板1種50mm	押出法ポリスチレンフォーム保温板3種100mm
		押出法ポリスチレンフォーム保温板1種25mm	押出法ポリスチレンフォーム保温板3種50mm

検討ケース			ケースA：平成28年基準相当	ケースB：ZEB Ready
			省エネ基準相当の性能	
空調	高効率熱源	個別	パッケージエアコンデシヨナ (空冷式) ①冷房能力100/暖房能力112kw 1台 ②冷房能力61.5/暖房能力69.0kw 2台	パッケージエアコンデシヨナ (空冷式) ①冷房能力100/暖房能力112kw 1台 ②冷房能力61.5/暖房能力69.0kw 2台
		COP	冷房 3.1 / 暖房 3.6	①冷房 3.6 / 暖房 3.9 ②冷房 3.6 / 暖房 3.8
		空気搬送 室内機制御	定風量制御 ①ストレートシロココファン (給気、排気) /870m <sup>3</sup> /h台 (2台3組) ②ストレートシロココファン (給気、排気) /1800m <sup>3</sup> /h台 (4台2組) ※ 1000+800m <sup>3</sup> /h ③ストレートシロココファン (給気、排気) /780m <sup>3</sup> /h台 (2台2組) ④ストレートシロココファン (給気、排気) /480m <sup>3</sup> /h台 (2台3組)	定風量制御 ①ストレートシロココファン (給気、排気) /870m <sup>3</sup> /h台 (2台3組) ②全熱交換器 (全熱交換率60%・設計風量1800m <sup>3</sup> /h台) (2台2組) ※ 1000+800m <sup>3</sup> /h ③ストレートシロココファン (給気、排気) /780m <sup>3</sup> /h台 (2台2組) ④ストレートシロココファン (給気、排気) /480m <sup>3</sup> /h台 (2台3組)

検討ケース			ケースA：平成28年基準相当	ケースB：ZEB Ready	
			省エネ基準相当の性能		
換気	送風機	1F便所 制御	設計風量340m <sup>3</sup> /h 定格出力0.08kW 1台 JIS C4210 標準モーター	設計風量340m <sup>3</sup> /h 定格出力0.08kW JIS C4210 標準モーター	
		2F・3F便所 制御	設計風量560m <sup>3</sup> /h 定格出力0.13kW 2台 JIS C4210 標準モーター	設計風量560m <sup>3</sup> /h 定格出力0.13kW JIS C4210 標準モーター	
		湯沸室 制御	設計風量200m <sup>3</sup> /h 定格出力0.05kW 3台 JIS C4210 標準モーター	設計風量200m <sup>3</sup> /h 定格出力0.05kW JIS C4210 標準モーター	
		更衣・休憩 制御	設計風量100m <sup>3</sup> /h 定格出力0.03kW 2台 JIS C4210 標準モーター	設計風量100m <sup>3</sup> /h 定格出力0.03kW JIS C4210 標準モーター	

検討ケース		ケースA：平成28年基準相当	ケースB：ZEB Ready
		省エネ基準相当の性能	
照明	廊下 制御	Hf (2,400lm/35W) 台数36台	LED (2,400lm/19.9W) 台数36台
	ロビー 制御	Hf (5,500lm/87W) 台数20台	タイムスケジュール制御/初期照度補正制御 LED (5,500lm/81W) 台数20台
	更衣室または倉庫 制御	Hf (4,950lm/48W) 台数8台	タイムスケジュール制御/初期照度補正制御 LED (4,950lm/47W) 台数8台
	便所 制御	Hf (2,400lm/35W) 台数16台	初期照度補正制御 LED (2,400lm/19.9W) 台数16台
	湯沸室 制御	Hf (4,950lm/48W) 台数3台	LED (4,950lm/19.9W) 台数3台
	会議室 制御	Hf (4,950lm×2/95W) 台数5台	LED (5,040lm/47W) 台数5台
	事務室 制御	Hf (4,950lm×2/95W) 台数228台	明るさ検知制御/初期照度補正制御 LED (5,040lm/47W) 台数300台
			明るさ検知制御/初期照度補正制御

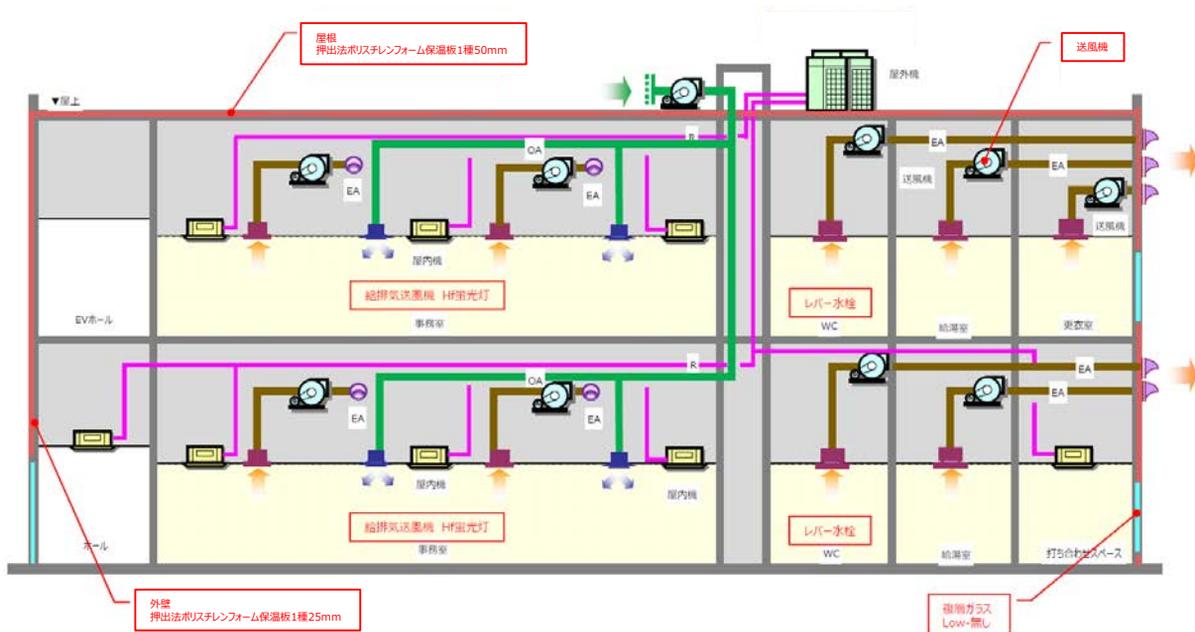
検討ケース		ケースA：平成28年基準相当	ケースB：ZEB Ready
		省エネ基準相当の性能	
給湯	節湯器具	-	自動給湯栓
	保温	通常保温	高断熱保温

検討ケース		ケースA：平成28年基準相当	ケースB：ZEB Ready
		省エネ基準相当の性能	
昇降機	機器	積載量600kg 速度45m/min	積載量600kg 速度45m/min
	制御	交流帰還制御	VVVF (電力回生あり、ギアレス)

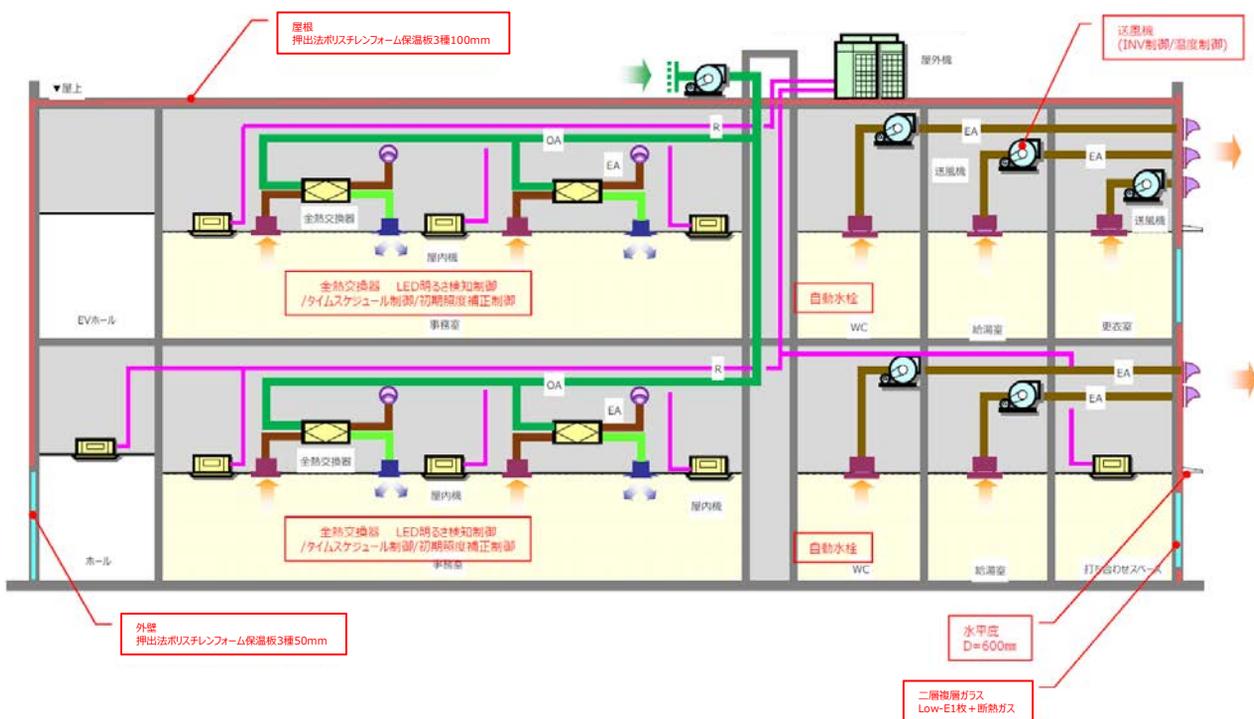
本ガイドラインにおけるケーススタディの概要  
システム概要図

- 「A. 平成28年基準相当」、「B. ZEB Ready」におけるシステム概要図を以下に示す。

BEFORE  
基準相当



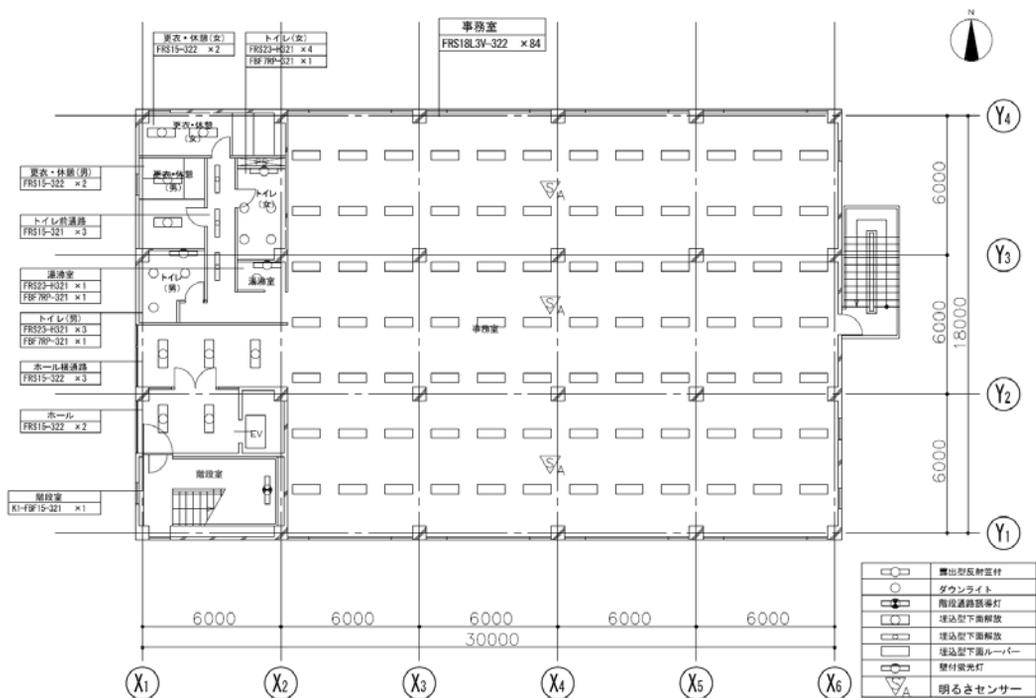
AFTER  
ZEB Ready相当



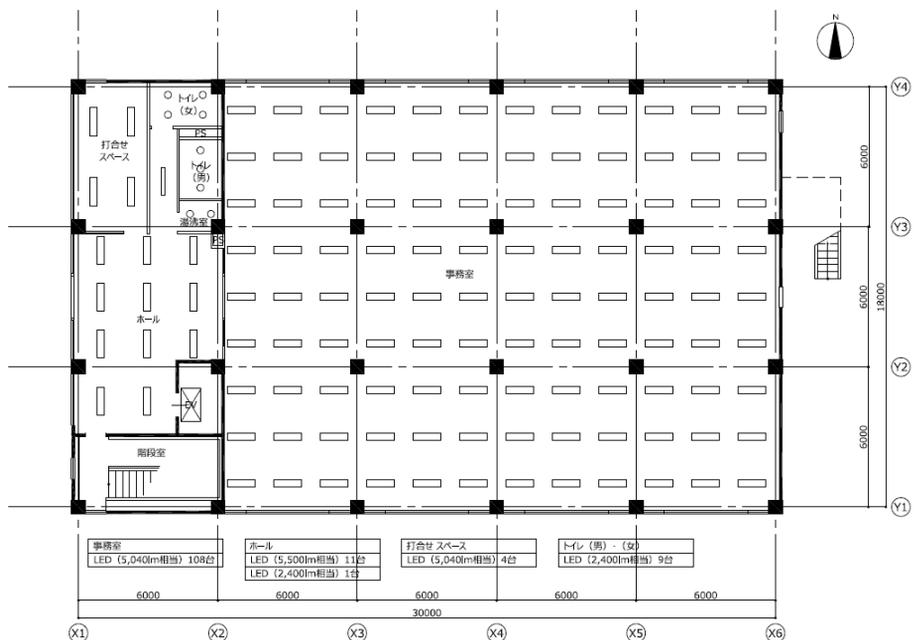
本ガイドラインにおけるケーススタディの概要  
照明プロット図

- 「A. 平成28年基準相当」、「B. ZEB Ready」における基準階平面における照明プロット図を以下に示す。

**BEFORE**  
基準相当



**AFTER**  
ZEB Ready相当



本ガイドラインにおけるケーススタディの概要  
省エネルギー効果の概要 (1/2)

- 本ガイドラインでのケーススタディの結果、事務所ビルにおいて、ZEB Readyを実現する上では、以下の点が重要であることが示唆された。

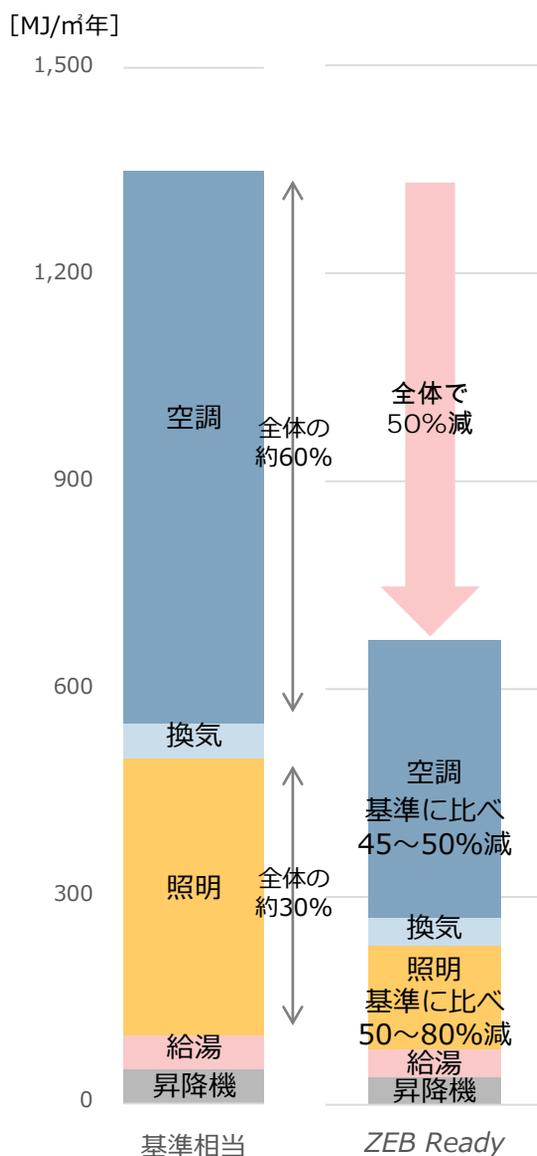
①一般的な事務所ビルにおける一次エネルギー消費量（PCやOA機器等は除く）は、空調に起因するものが800MJ/m<sup>2</sup>年（全体の約60%）、照明に起因するものが400MJ/m<sup>2</sup>年（全体の約30%）を占めることから、これらの削減が重要となる。

②近年の事務所ビルにおいて採用の多いフルハイトを想定した建築計画であっても、汎用的な最新技術・制御を上手く組み合わせれば、エネルギー消費性能計算プログラムで評価できる範囲で、ZEB Ready到達の可能性がある。

③ただし、「ZEBロードマップ検討委員会 とりまとめ（2015年12月）」（P7）において、以下の記述もあることから、現行のエネルギー消費性能計算プログラムでは評価が難しいパッシブ手法等についても、効果的に導入を図っていくことが望ましい。

ZEBの設計段階では、断熱、日射遮蔽、自然通風利用、昼光利用といった建築計画的な手法（パッシブ手法）を最大限に活用しつつ、寿命が長く改修が困難な建築外皮の省エネルギー性能を高度化した上で、建築設備での高度化を重ね合わせるといったヒエラルキーアプローチの設計概念が重要である。

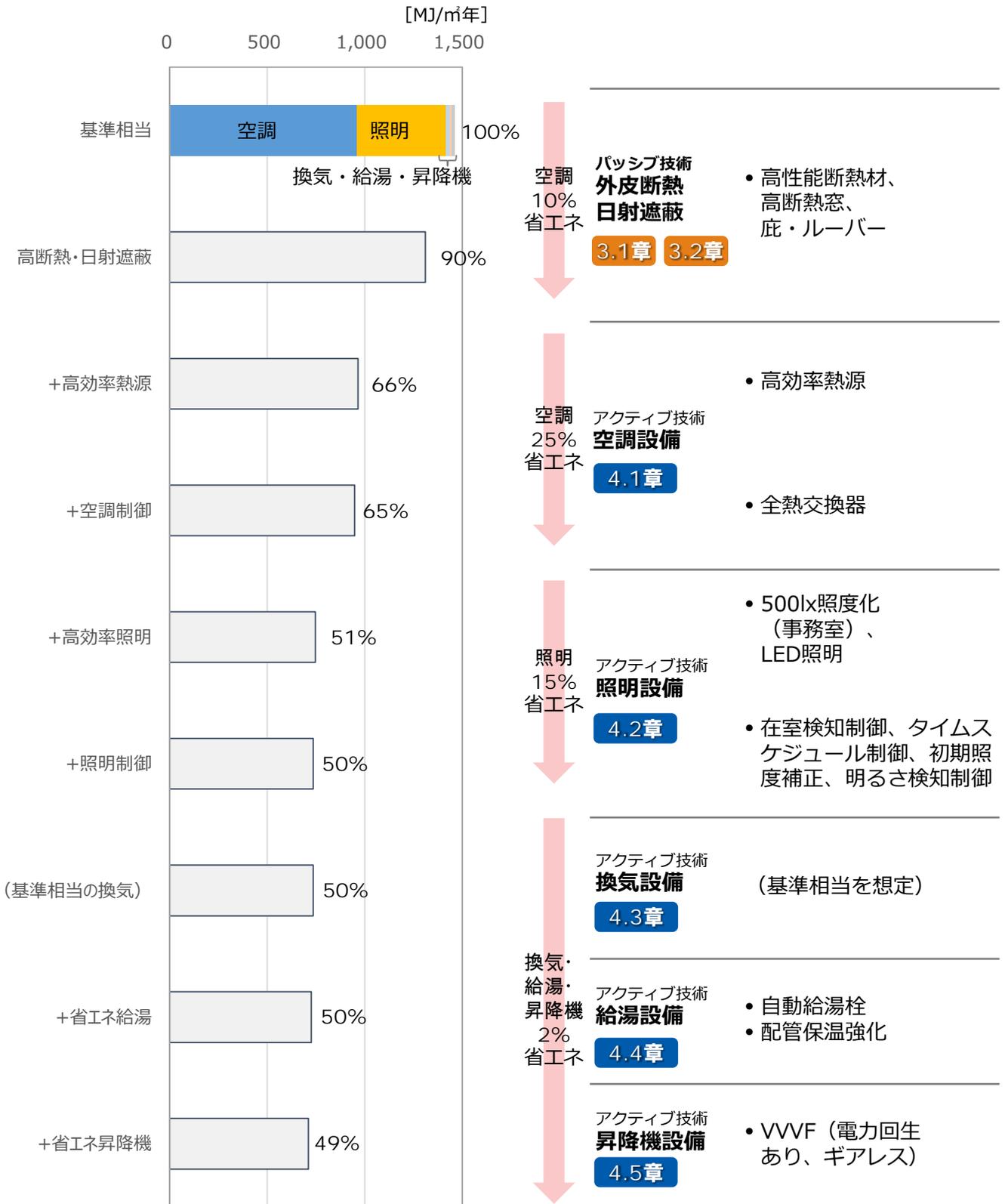
事務所ビルのエネルギー消費量内訳（目安）



※ケーススタディのモデルについては、エネルギー消費性能計算プログラムの計算シート（Excel）が無償でダウンロード可能。

本ガイドラインにおけるケーススタディの概要  
省エネルギー効果の概要（2/2）

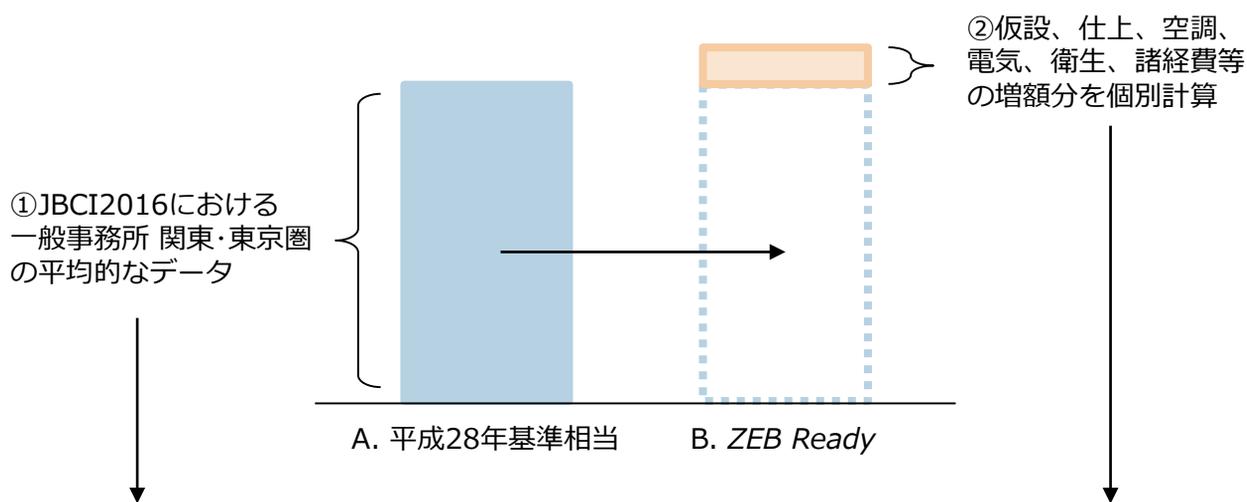
事務所ビルでのZEB Ready実現に向けたケーススタディ結果



※概算費用の算出方法および算出結果の詳細は、「7.2 モデルビルの参考情報」を参照いただきたい。  
 ※なお、概算費用は、本ガイドラインでのモデルビルを対象とした試算結果であり、経済状況に伴う物価変動や建物仕様の変更等により、結果が変動する点についてご留意いただきたい。

## 本ガイドラインにおけるケーススタディの概要 概算費用の算出方法

- 「A. 平成28年基準相当」、「B. ZEB Ready」における概算費用比較結果を実施した。なお、費用比較にあたっては、以下の方法に基づいている。
  - 「A. 平成28年基準相当」：一般財団法人 建設物価調査会が運営する建設物価本であるジャパン・ビルディング・コスト・インフォメーション2016 (JBCI2016) ) における、「一般事務所 関東・東京圏」の平均的なデータ (単位床面積あたりの費用) を使用。
  - 「B. ZEB Ready」：「A. 平成28年基準相当」に加え、省エネルギー率50%を実現するビルの仕様に合わせて、仮設、仕上、空調設備、電気設備、衛生設備、諸経費等の増額分をそれぞれ算出し、積み上げ。
- なお、概算費用は、本ガイドラインにおけるケーススタディでのモデルビルを対象とした試算結果であり、経済状況に伴う物価変動や建物仕様の変更等により、概算費用結果も変動する可能性がある。また、ZEB Ready (省エネルギー率50%) を超えるビルを設計する上では、省エネ効果が高いが初期費用も高い建築的手法 (アトリウムやボイド等による自然換気や昼光利用) の導入も検討する必要がある点について、ご留意いただきたい。



### ①一般事務所 関東・東京圏の平均費用

	平均値 (千円/㎡)	金額(百万円) ※2,000㎡	構成比
建築工事仕上 (高断熱/日射遮蔽)	104.0	208	29.5%
電気設備 (照明)	33.7	67	9.6%
衛生設備 (給湯)	19.0	38	5.4%
空調設備 (空調+換気)	26.3	53	7.5%
昇降機	6.9	14	2.0%
仮設	22.2	44	6.3%
土工	11.1	22	3.2%
地業	14.4	29	4.1%
躯体	74.1	148	21.0%
諸経費	40.4	81	11.5%
合計	352.1千円/㎡	704	100.0%

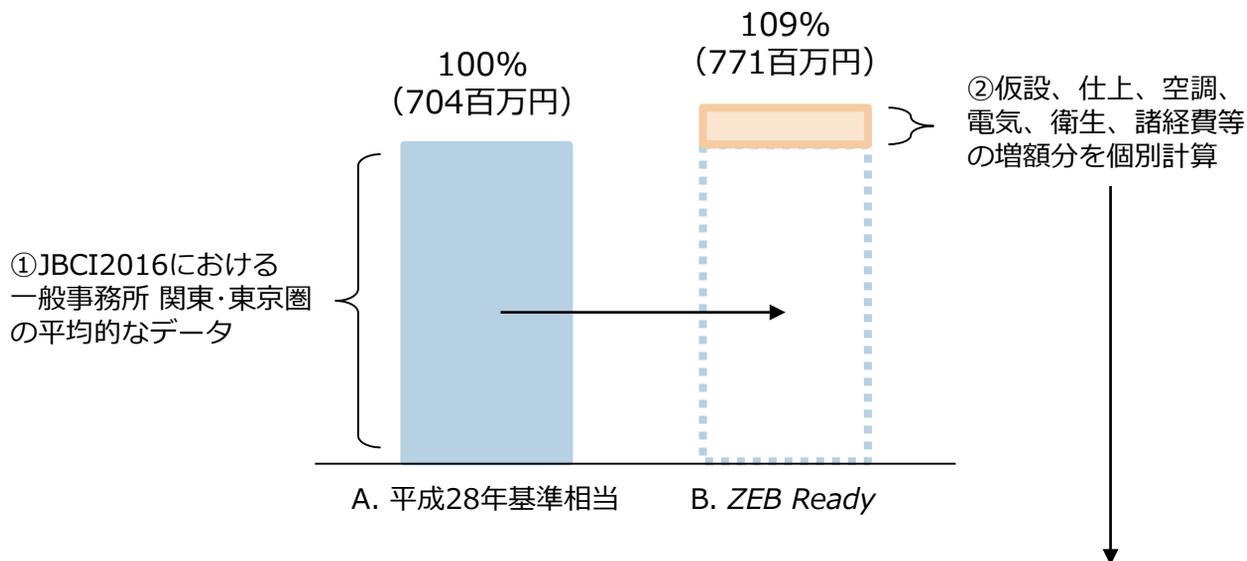
### ②増額分の個別計算における単価根拠

項目	根拠資料	掛率
二層複層ガラス	建築コスト情報201610秋	100%
水平庇	メーカー見積	70%
押出法ポリスチレンフォーム保温板	カタログ価格	60%
枠組本足場	建築コスト情報201610秋	100%
空冷ヒートポンプパッケージ	カタログ価格	50%
自動制御設備	メーカー概算見積	40%
機械設備労務費	2016年 公共工事設計労務単価	100%
照明器具 (Hf蛍光灯)	メーカー見積	40%
照明器具 (LED蛍光灯)	メーカー見積	50%
照明制御設備	メーカー概算見積	45%
電気設備労務費	2016年 公共工事設計労務単価	100%

※概算費用の算出方法および算出結果の詳細は、「7.2 モデルビルの参考情報」を参照いただきたい。  
 ※なお、概算費用は、本ガイドラインでのモデルビルを対象とした試算結果であり、経済状況に伴う物価変動や建物仕様の変更等により、結果が変動する点についてご留意いただきたい。

## 本ガイドラインにおけるケーススタディの概要 概算費用の算出結果

- 「A. 平成28年基準相当」と「B. ZEB Ready」の概算費用の比較結果を以下に示す。
- 「B. ZEB Ready」において、建物全体での概算費用の増額率は109%となる。概算費用の増額率を個別技術別にみると、電気設備（照明）では124%、建築工事仕上（高断熱／日射遮蔽）では115%となる。

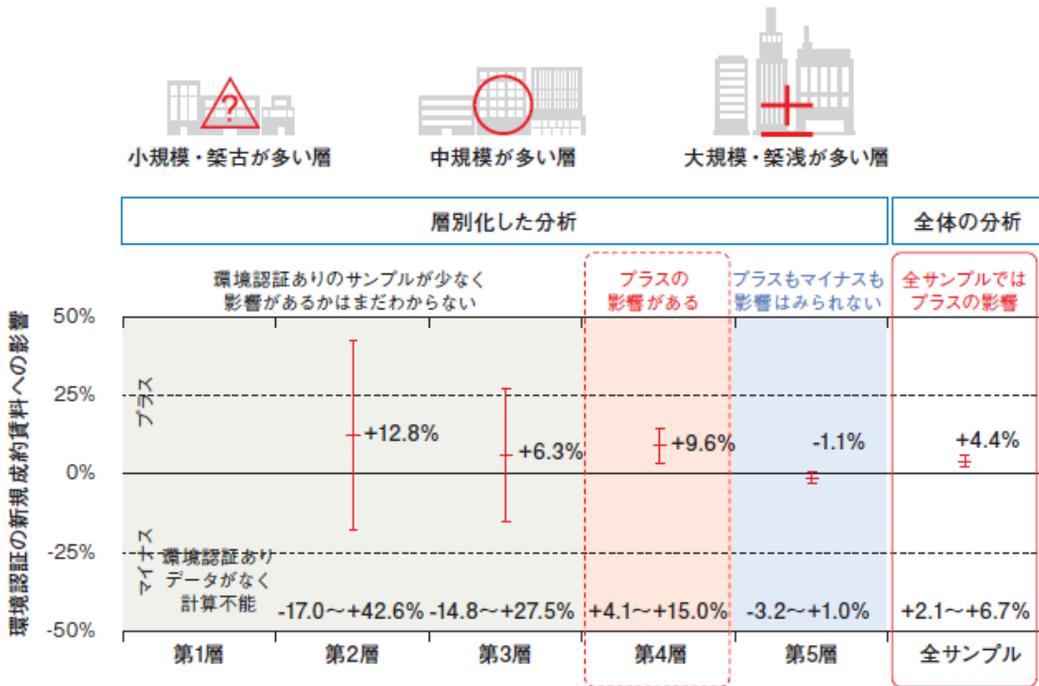


### ②増額分の個別計算結果

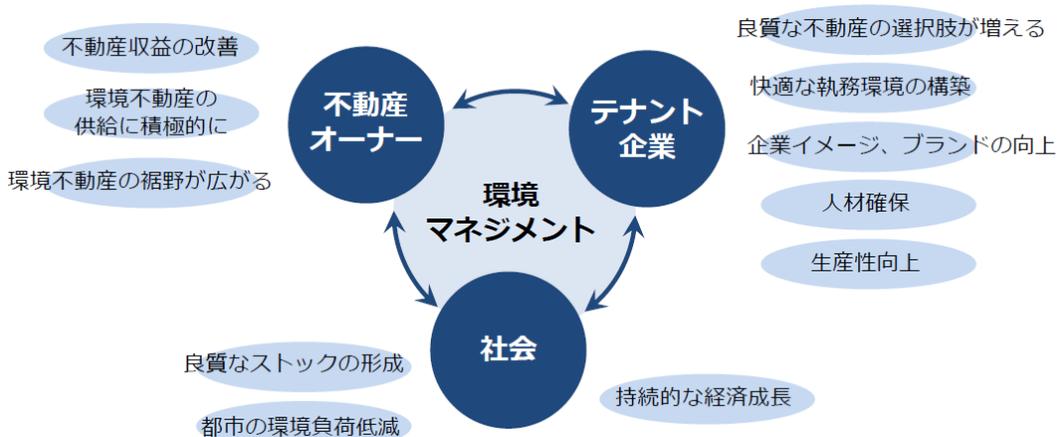
	増額分 (百万円)	増額含む概算費用 B : ZEB Ready (百万円)	増額率
建築工事仕上（高断熱／日射遮蔽）	32	240	115%
電気設備（照明）	16	84	124%
衛生設備（給湯）	2	40	104%
空調設備（空調＋換気）	2	55	104%
昇降機	0	14	100%
仮設	6	50	113%
土工	0	22	100%
地業	0	29	100%
躯体	0	148	100%
諸経費	10	90	112%
合計	67	771	109%

出所) 公益社団法人 日本建築積算協会の協力のもと、  
ZEBロードマップ フォローアップ委員会による試算結果に基づく

- 東京23区のオフィスビルにおける環境認証取得の有無と新規賃料との関係を分析した調査において、規模、新しさ、立地、成約時点、他の性能・設備などの影響を考慮した分析によると、環境認証を取得していることは、新規成約賃料に対して約4.4%プラスの影響を与える。また、サンプルを似たような特徴をもつグループに層別化して分析したところ、大規模物件が多い層に比べ、中規模物件が多い層で強い影響を与えるという結果が報告されている。
- なお、分析対象である環境認証には、CASBEEやLEED等、建物の省エネ性能以外の環境全般を評価する認証も含まれており、不動産価値向上には省エネ性能以外の要素も影響している可能性もある。



- 上記のように環境認証が建築物の不動産価値にプラスの影響を与えることが明らかになり、環境認証を含む環境マネジメントが普及することで、不動産オーナー、テナント企業や、設計者・利用者を含む社会それぞれにメリットがもたらされる。

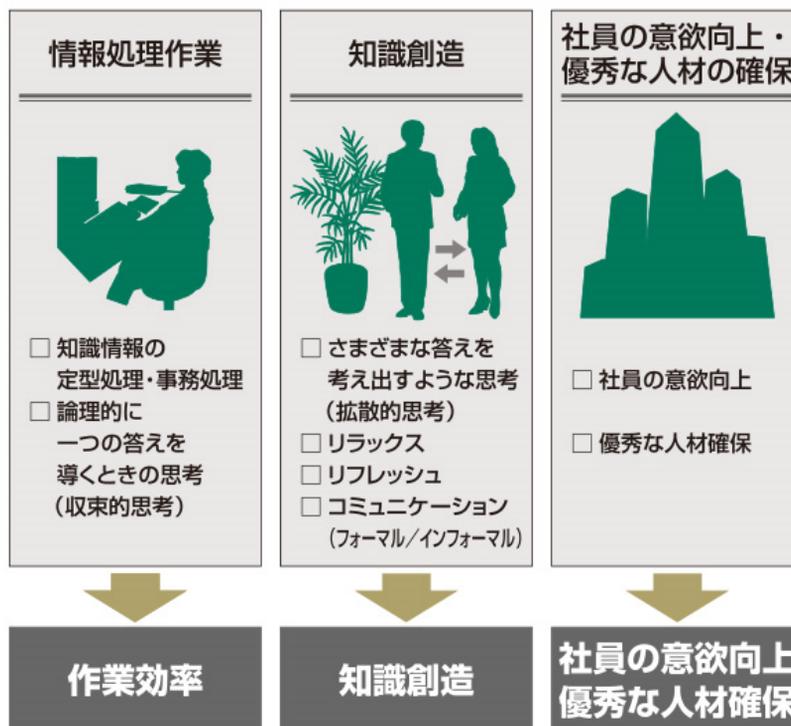


- オフィスビルにおいて、省エネルギーと快適な室内環境を両立することができれば、オフィス空間における知的生産性の向上に寄与すると考えられる。知的生産性を重視した働き方を実現させるために、オフィスワーカー一人ひとりが室内環境に心地よさを感じることができ、省エネルギーながらも高い生産性を保って働くことができるオフィス空間が求められている。
- 生産性を最大化する空間の快適性と省エネルギーを両立するためには、専用部における照度の抑制等の節電メニューを積極的に採用すると同時に、室内の温熱環境をできる限り快適なレベルにコントロールすることが必要である。

出所)「快適な空調でオフィスの生産性向上を」ニッセイ基礎研究所

- 日本のオフィスビル業界では、オフィスビルの駅距離の評価が強過ぎるが故に、知的生産性等の空間の価値がこれまであまり顧みられてこなかった。しかしながら、昨今、付加価値性、知的生産性の高い中小ビルが複数のデベロッパーから供給されるようになり、これらのビルのテナントから、「社員の定着率が非常に向上した」という声が聞かれる等、マーケットは大きく変革を遂げようとしている。
- 知的生産性研究委員会（委員長 村上周三（当時）独立行政法人建築研究所理事長）の活動においては、知的生産性のスコアとオフィスビルの推定成約賃料の間に正の相関があることを示すデータも得られており、今後、マーケットにおける一層の活用が期待される。

### ■ 建築環境性能の向上による知的生産性向上



出所) BZ空間2015秋季号「知的生産性向上の観点から見たオフィス空間」CBRE

## WELL認証の概要

- 建築物における健康・快適性・知的生産性の重要性は米国でも認識されており、フィル・ウィリアムス氏（DELOS社エグゼクティブ・ディレクター）により、認証制度（WELL認証：WELL Building Standard）が構築された。
- WELL認証とは、2014年に米国で始まった制度で、健康や快適性・知的生産性等の向上を目的としてオフィスビル等を評価する新しい認証制度である。
- 認証ランクは評価の高い順にプラチナ、ゴールド、シルバーの3段階であり、必ず達成することが求められている41項目を満たすとシルバー、さらなる快適性を実現する項目の達成度が40%を超えるとゴールド、80%を超えるとプラチナとなる。

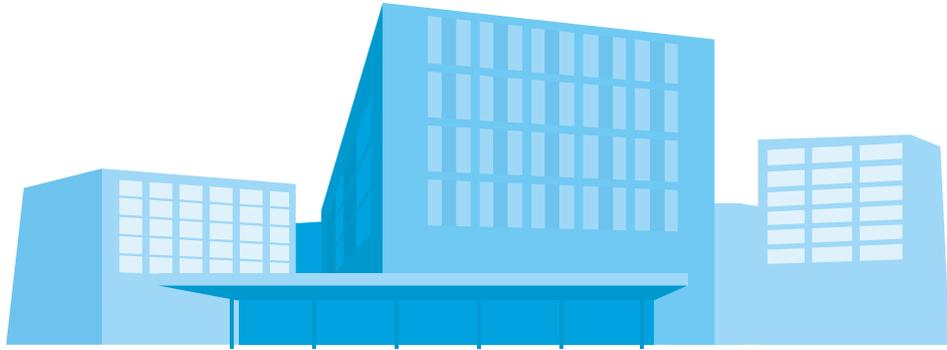
## WELL認証の評価項目

- WELL認証は、以下の7分野102項目について評価される。

分野	点数	評価項目
空気 (AIR)	29点	ホルムアルデヒド、トータルVOC（戸量、接着剤、家具等）、PM、禁煙、換気（ASHRAE62.1）、CO <sub>2</sub> 濃度、（800ppm以下）、フィルター、カビ、施工時、入口、清掃、殺虫剤、除草剤、農薬、アスベスト、PCB、湿気、気密性
水 (WATER)	8点	水質、水分摂取
栄養 (NOURISHMENT)	15点	果物・野菜摂取、添加物、トランス脂肪酸、アレルギー、手洗い、保存、レスポンシブル農業、内容情報、適量、菜園、食習慣、食事スペース
光 (LIGHT)	11点	ライトデザイン、サーカディアン、照明・日照グレアコントロール、色温度、反射、自然光、窓開口
フィットネス (FITNESS)	8点	階段、インセンティブ（ジム会員、レース、バイクシェア）、歩行者アメニティ、公園、多様な便利施設、自転車、シャワー、ロッカー、エクササイズスペース、マシン、スタンディング・デスク
快適性 (COMFORT)	12点	障害者アクセス（ADA）、人間工学（PC・机・椅子高）、騒音（内外）、温熱環境（ASHRAE55）、臭気（負圧）、反響音、サウンドマスキング、反響防止（天井、壁）、防音、個別空調制御、輻射空調
心 (MIND)	17点	WELLガイド、メンタル・フィジカル図書、アンケート、バイオフィーリア、プライバシー、収納、昼寝（スリープサポート）、出張配慮、産休、育休、介護、授乳時間、体調管理センサー、チャリティー参加、製品情報、LEED v4 MR（材料と資源）、JUST/GRI、天井高、アート作品、革新的特性

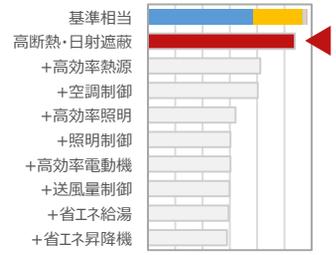
出所「LEEDとWELL 新たな連携が生み出す相乗効果」（株）ヴォンエルフ

## 第 3 章



建築省エネルギー技術（パッシブ技術）

# 3章 建築省エネルギー技術（パッシブ技術）



## 3.1 外皮断熱

### 技術の導入目的

#### 空調負荷を抑制する

- 外皮断熱計画は室内と屋外の境界（外皮）における熱の出入りの抑制を目的としており、無断熱の建物に比べてはるかに少ないエネルギーで室内の温熱環境を快適にすることができる。
- また、太陽からの日射により取得されるエネルギー（日射取得熱）と内部発熱は、断熱がされていなければ短時間のうちに外へ逃げてしまうが、断熱化を図ることで室温を上昇させるための有効なエネルギーとして使うことができる。
- 一方、夏期には断熱化によって熱の侵入を防ぐことがねらいにあるが、日射取得熱や内部発熱が室内にこもってしまう恐れもあるため、自然通風利用の併用についても考慮する必要がある。

#### 自然室温を維持する

- 外皮の断熱水準が上がるほど室温は外気温の影響を受けにくくなり、冬期は非暖房室でも暖房室からの熱の流入や日射取得熱・内部発熱により室温が上がり、より高い室温を維持することができる。

#### 壁や床、窓の表面温度を室温に近づける

- 一般に、ある空間における体感温度は周囲の窓・壁・床等の表面温度（平均放射温度）と室温の平均とされているが、断熱化によって躯体の表面温度を室温に近づけ、体感温度と室温との温度差を小さくすることで十分な暖かさや涼しさを感じることができる。
- また、床をはじめとした断熱性能の強化（断熱材の設置および漏気の防止）により、床の表面温度を上げることで室内の上下温度差や温度むらを小さくすることができる。

#### 屋上からの日射熱を遮り、最上階室の暑さを和らげる

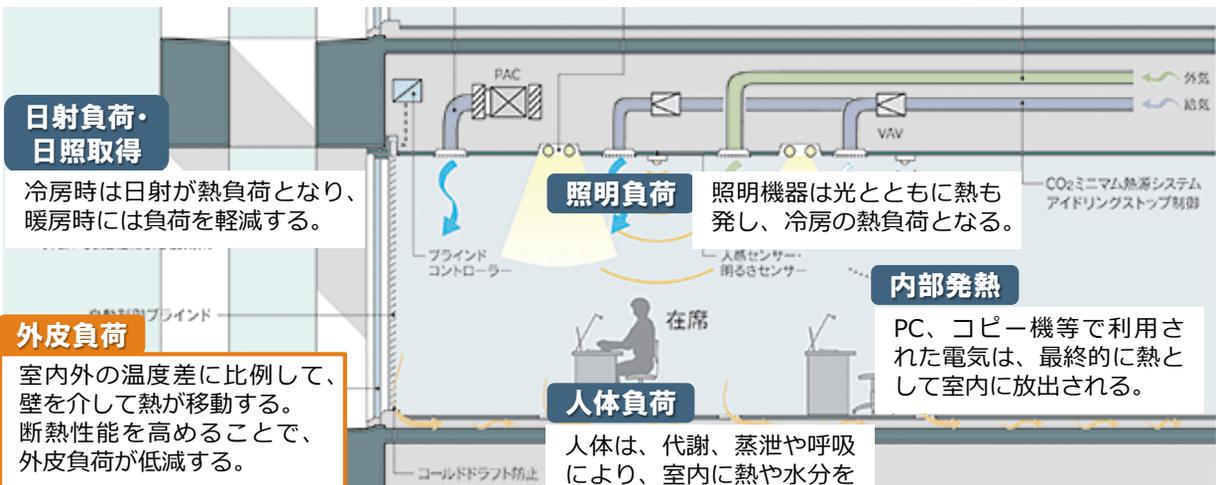
- 夏期の水平面は、多量の日射熱を受ける。そのため、夏期の屋上スラブ面の温度は60~70℃にも達する。屋上スラブ面の断熱を強化することで、屋上を受けた日射熱が室内に入ることを防ぎ、最上階室の暑さを和らげることが可能である。

### 外皮断熱技術の高性能化に向けたアプローチ

- 外皮断熱技術は、建築物に係る熱負荷の抑制に寄与するものである。
- 熱負荷とは、室内温度を一定に保つために処理しなくてはならない熱量を指し、一般的には、外皮負荷、日射負荷・日照取得、外気負荷等の外部の気象条件に応じて時々刻々と変化するものと、照明負荷、機器発熱、人体負荷等、室内側の利用状況に起因するものとに大別される。

#### 外気負荷

換気の目的で導入される外気と室内の温度差により熱負荷となる。室外が室内より涼しい中間期は逆に熱負荷が緩和される。



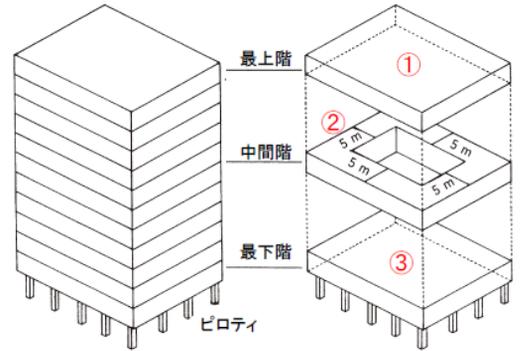
## 外皮断熱技術の目標レベル

- 仮に、ZEB Ready（省エネルギー率50%）を実現するビルを目指す場合、外皮の高断熱化により、**PAL\*で基準値に比べ10~40%削減するレベル（ケーススタディにおける実例は以降を参照）**の外皮の熱負荷を抑制する技術の導入が求められる。

PAL\*とは、各階の屋内周囲空間（ペリメータゾーン）の年間熱負荷をペリメータゾーンの床面積の合計で除して得た数値。  
単位は [MJ/m<sup>2</sup>年]。

なお、ペリメータゾーンとは以下に大別される。

- ① 屋根及び外壁に基づくペリメータゾーン
- ② 外壁に基づくペリメータゾーン
- ③ 外気に接する床及び外壁に基づくペリメータゾーン



出所) 一般社団法人 日本サステナブル建築協会

## 断熱地域区分への対応（留意事項）

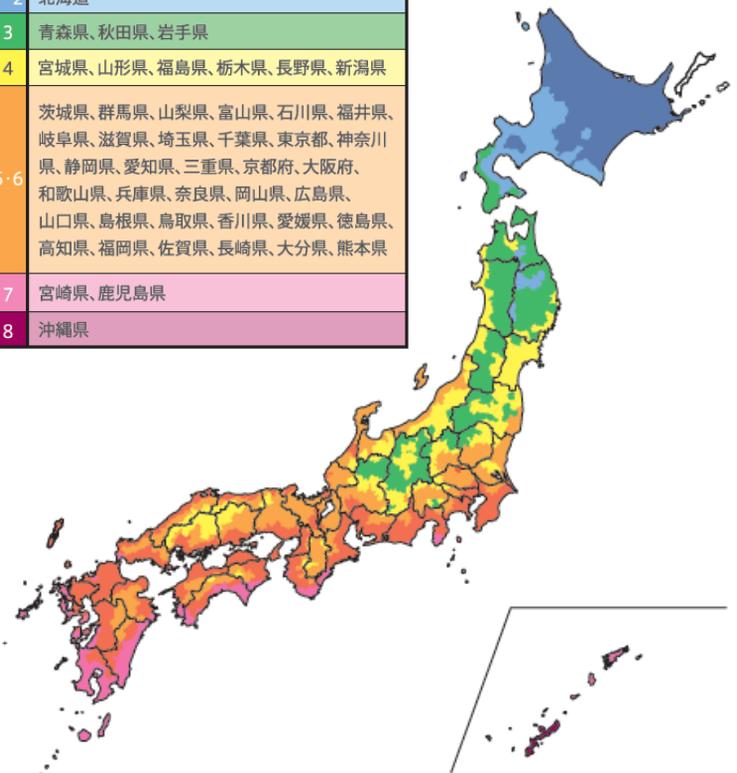
- 建築物省エネルギー法（「エネルギーの使用の合理化に関する法律」）に基づく「エネルギーの使用の合理化に関する建築主等及び特定建築物の所有者の判断の基準」告示において、気象条件等を考慮した断熱地域区分（8区分）が設定されている。

- このため、ZEB Readyを実現するビルを目指す場合、断熱地域区別の断熱性能要求が異なることに留意しつつ、熱負荷をさらに抑制するための外皮断熱の導入が求められる。

※1・2地域（北海道）では、その他の地域に比べ、断熱性能要求レベルが高い 等

※8地域（沖縄県）では、断熱性能より日射遮蔽が支配的となる特徴がある

地域区分	都道府県
1・2	北海道
3	青森県、秋田県、岩手県
4	宮城県、山形県、福島県、栃木県、長野県、新潟県
5・6	茨城県、群馬県、山梨県、富山県、石川県、福井県、岐阜県、滋賀県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、静岡県、愛知県、三重県、京都府、大阪府、和歌山県、兵庫県、奈良県、岡山県、広島県、山口県、島根県、鳥取県、香川県、愛媛県、徳島県、高知県、福岡県、佐賀県、長崎県、大分県、熊本県
7	宮崎県、鹿児島県
8	沖縄県

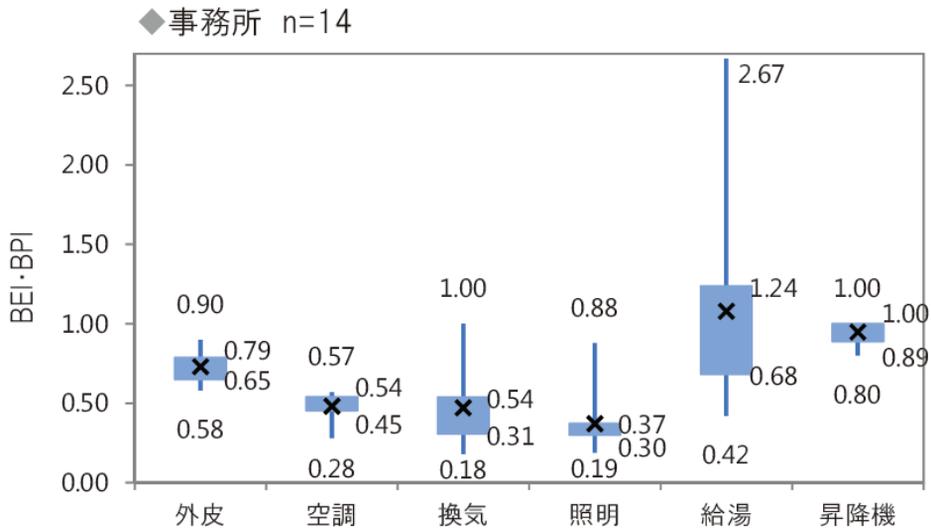


出所) 一般社団法人 日本サステナブル建築協会

## 補助事業（ZEB実証事業）の申請案件におけるPAL\*の削減率の分布

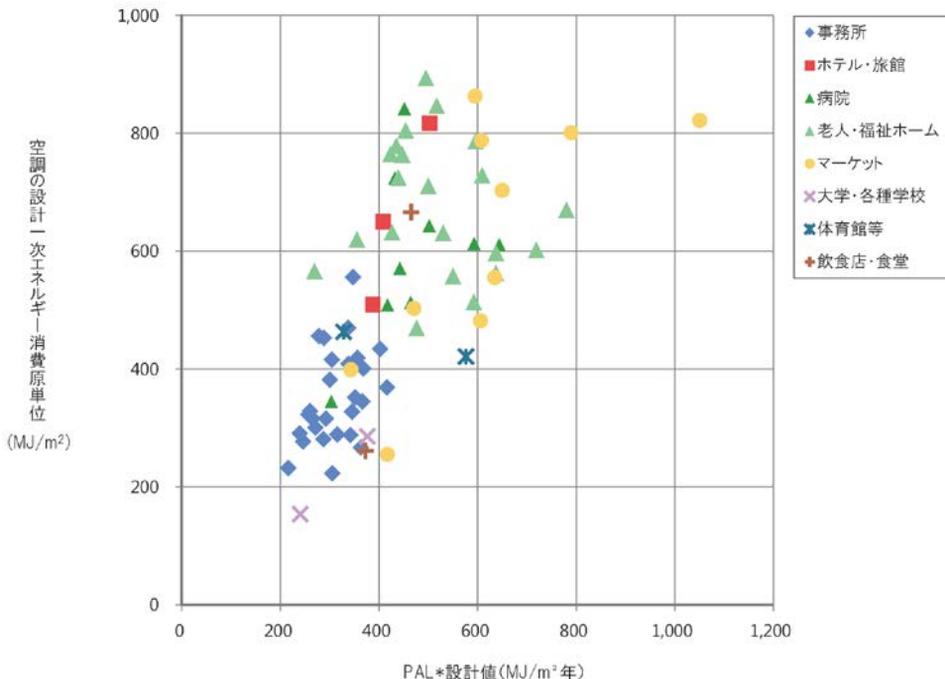
### PAL\*の削減率の分布

- 事務所の用途別では、PAL\*の削減率（外皮BPI）は、0.65（35%減）～0.79（21%減）程度で分布している。



### PAL\*と空調一次エネルギー消費量の関係

- 補助事業（ZEB実証事業）の申請案件の分布によると、外皮の高断熱化により、PAL\*が下がると、空調一次エネルギー消費量原単位も下がる傾向にある。このことは、パッシブ技術とアクティブ技術の組み合わせが重要となることを示している。



## ペリメータゾーンの熱負荷軽減効果

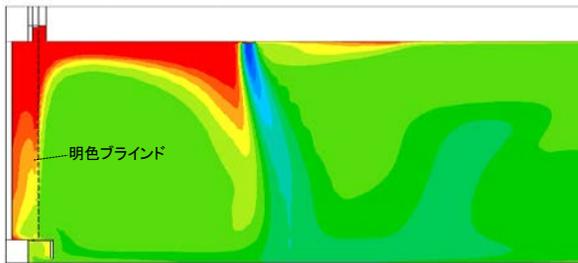
- オフィスビルの窓や外壁まわり（ペリメータゾーン）は、日射の影響等により、空調負荷が大きくなる空間であるが、ペリメータゾーンの熱負荷軽減のための様々な技術を導入することで、空調負荷を小さく抑える工夫ができるとともに、執務者の快適性や知的生産性の向上が期待できる。
- このような快適性・知的生産性の向上効果は、エネルギー消費性能計算プログラムでは評価がなされないものの、ペリメータゾーンの熱負荷軽減に資する技術の効果を示す上で、非常に重要な要素となっている。

## ペリメータゾーンの熱負荷軽減に資する技術（例）

- ① Low-Eペアガラス等の高断熱ガラス
  - 断熱性能の高いガラスを採用することで、貫流熱損失を小さくするとともに室内への日射透過を抑制し、外部負荷の低減が期待できる。
  - また、室内側輻射熱環境が改善され、執務者の快適性や知的生産性の向上も期待できる。
- ② 日射遮蔽ルーバー
  - 窓の上面または側面に日射遮蔽ルーバーを設置することで、太陽光からの熱取得を遮り、窓際の快適性向上が期待できる。
- ③ 簡易エアフロー
  - ブラインドで吸収した熱をプッシュファン・プルファンにより除去することで、窓周辺の熱負荷を軽減する技術である。これにより、ペリメータゾーンの快適性を向上させることが可能である。（以下は、簡易エアフローによる室温低減効果の計算例）

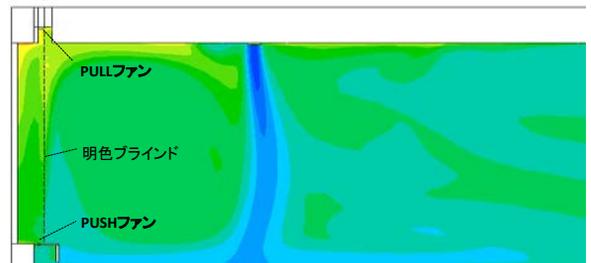
## &lt;BEFORE | 簡易エアフローなし&gt;

- ・ガラス材質：シングルガラス
- ・熱貫流率：5.9W/m<sup>2</sup>K
- ・熱取得率：0.86



## &lt;AFTER | 簡易エアフローあり&gt;

- ・ガラス材質：Low-Eペアガラス
- ・熱貫流率：1.6W/m<sup>2</sup>K
- ・熱取得率：0.29



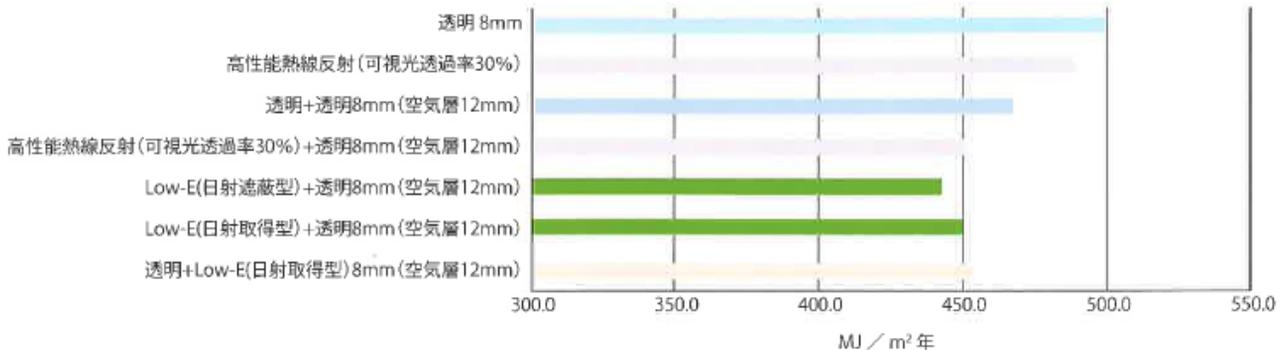
## 計算条件

- ・解析時刻：夏期16：00
- ・外気温度：34.6℃
- ・熱貫流率（内壁）：2.0W/m<sup>2</sup>K
- ・熱貫流率（床）：2.0W/m<sup>2</sup>K
- ・熱貫流率（外壁）：1.5W/m<sup>2</sup>K
- ・OA発熱：45W/m<sup>2</sup>
- ・照明発熱：5W/m<sup>2</sup>
- ・人員密度：0.2人/m<sup>2</sup>

## 事務所ビル（延面積10,000㎡） 基準階事務室 PAL\*（東京）

- 下図はガラスの種類別に基準階事務室のPAL\*値を比較したものである。この値が小さいほど、省エネに適したガラスとなる。Low-E複層ガラスは透明単板や透明複層ガラスよりも省エネ効果が高く、透明単板との比較で9～12%程度、熱負荷削減効果があることがわかる。
- 一方で、地域区分によっては、断熱性能（熱貫流率）を向上させ、日射取得性能（日射熱取得率）を向上させた場合、必ずしも省エネになるとは限らないため、これらの性能のバランスを適切にとる必要がある。

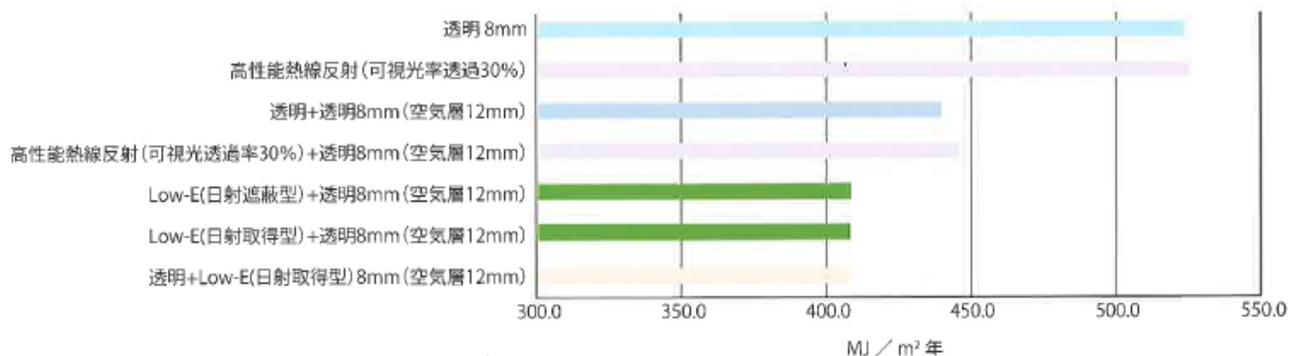
## 東京（断熱地域区分6地域） 事務所ビル基準階事務室のPAL\*結果



## 事務所ビル（延面積10,000㎡） 基準階事務室 PAL\*（札幌）

- 下図はガラス別に基準階事務室のPAL\*値について計算結果を比較したものである。この値が小さいほど、省エネに適したガラスとなる。Low-E複層ガラスは透明単板や透明複層ガラスよりも省エネ効果が高く、透明単板との比較で22%程度、熱負荷削減効果があることがわかる。
- また、寒冷地では、基本的に断熱性能が良い方が、PAL\*が小さくなる（良くなる）傾向にある。

## 札幌（断熱地域区分2地域） 事務所ビル基準階事務室のPAL\*結果



注1) PAL\*はビル全体で定義されるが、ここでは基準階事務室のペリメータ単位面積当たりの熱負荷を基準階事務室PAL\*値と称することとした。

注2) 平成28年4月の建築物省エネ法誘導基準の施行から、非住宅のPAL\*検討用のガラス熱性能値はリニューアルされている。

注3) 注1と注2から、実際の建築物を検討される際のビル全体のPAL\*の絶対値とは一致するものではない。

## 技術の具体例・省エネ計算プログラムにおける計算例

- 外皮の熱負荷を抑制する技術については、①躯体（床、壁、天井）と②開口部別に検討が必要であり、①は高性能断熱材、②高性能遮熱・断熱窓等がZEB Readyに資する技術として想定される。
- 上記技術における省エネ効果の目安、概算費用の目安は以下の通り。エネルギー消費性能計算プログラム（非住宅版）Ver.2.4.0（2017.10）を活用した反映方法は、次頁以降を参照されたい。

### ZEB Ready技術の具体例（橙色の技術は本ケーススタディで採用した技術）

○：評価可能な技術 △：評価にあたり留意が必要な技術 ×：評価が難しい技術

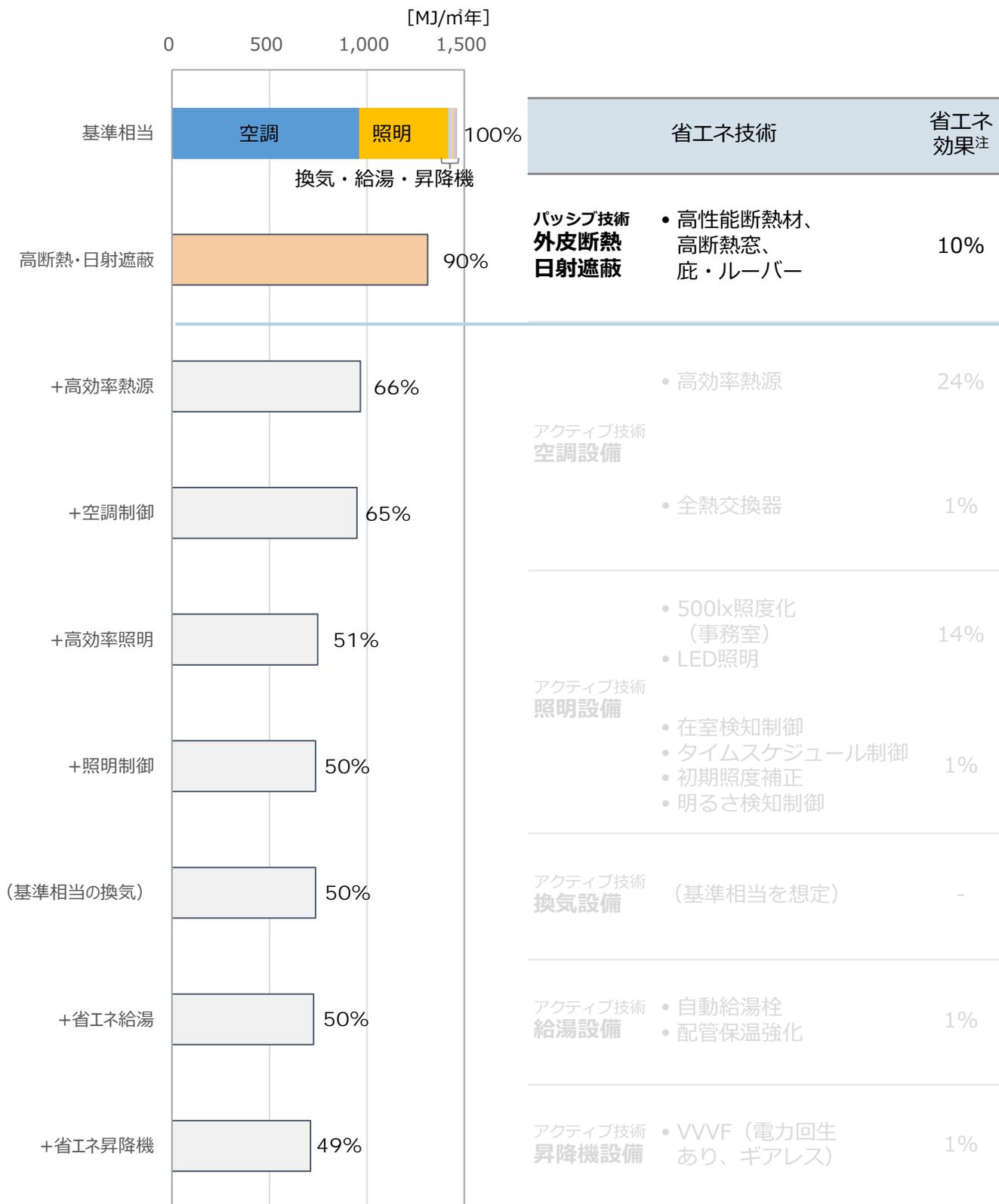
外皮断熱・日射遮蔽技術（例）			エネルギー消費性能計算プログラム	省エネ効果（目安）	概算費用増分（目安）
① 躯体	対象外	屋上緑化	△ 断熱効果のみPAL*に反映	10% （注）	約32 百万円
	高断熱外皮・日射遮蔽	高性能断熱材	○		
高性能遮熱・断熱窓		○			
水平庇・ブラインド		○			
② 開口部					

注）高断熱外皮および日射遮蔽の複合効果を指す

出所）ZEBロードマップ検討委員会 委員提供資料に基づき作成

## 事務所ビルでのZEB Ready実現に向けたケーススタディ結果

注) 「省エネ効果」は他の省エネ技術との複合効果であることから、技術単体の省エネ効果の積算とは必ずしも一致しない



## 1) 外皮断熱技術 (例) : 高性能断熱材

### ① : 外壁名称

- 各外壁構成の名称を、任意の文字列で入力する。本ケーススタディでは、屋根は「R1」、外壁は「W1」、土と接した壁 (接地壁) は「FG1」としている。

### ② : 壁の種類

- 壁の種類を以下から選択し、文字列で入力する。
  - ・ 外壁 : 建物の外郭を成す外気にさらされた壁、屋根
  - ・ 接地壁 : 土に接した壁

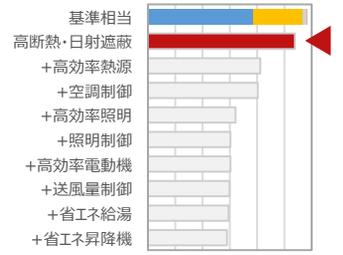
### ④ : 建材番号 ⑤ : 建材名称 ⑥ : 厚み

- 壁体の構成材料を「表1-2-2 建材の種類と物性値一覧 (参照元 : エネルギー消費性能計算プログラム (非住宅版) Ver.2 入力マニュアル)」より選択し、該当する建材番号と建材名称を数値と文字列で入力する。
- ④と⑤で入力した建材の厚みを数値で入力する。

様式 2-2. (空調) 外壁構成入力例

BEFORE  
基準相当

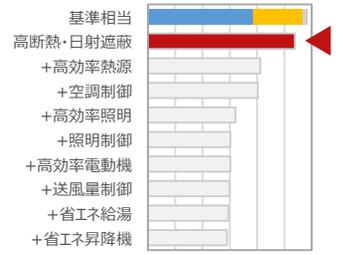
① 外壁名称	② 壁の種類 (選択)	③ 熱貫流率 [W/m <sup>2</sup> K]	④ 建材番号 (選択)	⑤ 建材名称 (選択)	⑥ 厚み [mm]	⑦ 備考
OW1J	外壁			室内側		
			62	せっこうボード	12	
			302	非密閉中空層		
			181	押出法ポリスチレンフォーム 保温板 1種	25	
			44	気泡コンクリート(ALC)	60	
			67	タイル	10	
RF1J	外壁			室外側		
				室内側		
			70	ロックウール化粧吸音板	10	
			62	せっこうボード	12	
			302	非密閉中空層		
			44	気泡コンクリート(ALC)	150	
			181	押出法ポリスチレンフォーム 保温板 1種	50	
			103	アスファルト類	10	
41	コンクリート	85	普通コンクリート			
IF4J	接地壁			室外側		
				室内側		
			107	カーペット類	3	
			2	アルミニウム	10	
			302	非密閉中空層		
			41	コンクリート	250	普通コンクリート
				室外側		



様式 2-2. (空調) 外壁構成入力例

AFTER( ZEB Ready相当 )

① 外壁名称	② 壁の種類 (選択)	③ 熱貫流率 [W/m <sup>2</sup> K]	④ 建材番号 (選択)	⑤ 建材名称 (選択)	⑥ 厚み [mm]	⑦ 備考
OW1J	外壁			室内側		
			62	せっこうボード	12	
			302	非密閉中空層		
			183	押出法ポリスチレンフォーム 保温板 3種	50	
			44	気泡コンクリート(ALC)	60	
			67	タイル	10	
				室外側		
RF1J	外壁			室内側		
			70	ロックウール化粧吸音板	10	
			62	せっこうボード	12	
			302	非密閉中空層		
			44	気泡コンクリート(ALC)	150	
			183	押出法ポリスチレンフォーム 保温板 3種	100	
			103	アスファルト類	10	
41	コンクリート	85	普通コンクリート			
	室外側					
IF4J	接地壁			室内側		
			107	カーペット類	3	
			2	アルミニウム	10	
			302	非密閉中空層		
			41	コンクリート	250	普通コンクリート
	室外側					



## 2) 外皮断熱技術(例) : 高性能遮熱・断熱窓

### ① : 開口部名称

- 窓(ガラス+建具)の名称を、任意の文字列で入力する。
- 本ケーススタディでは、「G1」としている。

### ④ : 建具の種類 ⑤ : ガラスの種類

- 窓の仕様を「表1-2-3 ガラスの種類と物性値一覧(参照元:エネルギー消費性能計算プログラム(非住宅版) Ver.2 入力マニュアル)」より選択し、該当する④(建具の種類)、⑤(ガラスの種類)を入力する。
- 「表1-2-3 ガラスの種類と物性値一覧(参照元:エネルギー消費性能計算プログラム(非住宅版) Ver.2 入力マニュアル)」にて定義されていない特殊なガラスを使用する場合や、特殊な構造を入力する場合には、④~⑦は空欄とし、②③に値を入力する(この場合、両値の計算根拠を別途提出する必要がある)。

様式 2-3. (空調) 窓仕様入力例

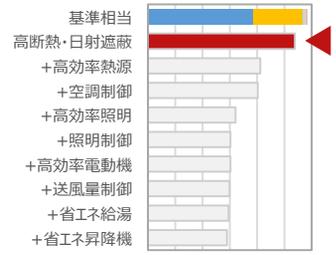
BEFORE  
基準相当

① 開口部名称	② 窓の 熱貫流率 [W/m <sup>2</sup> K]	③ 窓の 日射熱取得率 [-]	窓(ガラス+建具)の性能			
			④ 建具の種類 (選択)	ガラスの性能		
				⑤ ガラスの種類 (選択)	⑥ 熱貫流率 [W/(m <sup>2</sup> ·K)] (入力)	⑦ 日射熱取得率 [-] (入力)
WNDW1			アルミ	2FA06		

様式 2-3. (空調) 窓仕様入力例

AFTER(ZEB Ready相当)

① 開口部名称	② 窓の 熱貫流率 [W/m <sup>2</sup> K]	③ 窓の 日射熱取得率 [-]	窓(ガラス+建具)の性能			
			④ 建具の種類 (選択)	ガラスの性能		
				⑤ ガラスの種類 (選択)	⑥ 熱貫流率 [W/(m <sup>2</sup> ·K)] (入力)	⑦ 日射熱取得率 [-] (入力)
WNDW1			アルミ樹脂複合	2LsG10		



### 技術の導入目的

#### 冷房負荷を抑制する

- 日射遮蔽計画は熱負荷を抑制することを目的としている。日射は外部の気象条件に応じて時々刻々と変化し、夏期や中間期の冷房時には熱負荷となるため、建物利用者の快適性を損なわないよう調整する必要がある。
- 断熱性能や気密性の高い建築物においては、一度室内に侵入した熱を外に出すのが難しい。特に夏期には室内に熱が侵入してしまうと、その熱を冷やすために冷房エネルギーを大量に消費することになってしまうため、夏期の快適な室内温熱環境を実現させるためには、日射遮蔽が重要となる。

#### 日射熱の侵入ルートの把握と対策

- 室内に日射が侵入してくるルートは、①ガラスを透過し、内壁や床に当たることで熱に変わるルート、②屋根や外壁に当たることで熱に変わり室内に伝わるルートがある。特に夏期においては、室内に侵入する日射熱の7割以上が①のガラスからの侵入によるものである。開口部は他の部位より日射取得が高い傾向にあるため、開口部の透明部位における対策が重要である。

#### 相反する目的のバランスの考慮と組み合わせによる総合的な設計

- 冷房時の日射遮蔽性と暖房時の日射取得性の両立や、日射熱は排除しながらも日照は取り入れたい、眺望性は確保したいというように、状況により相反する目的のバランスを考慮し、対応する技術のうち何を採用するか、検討する必要がある。
- 各種ガラス、ブラインドやルーバー、庇等の設備、屋根や外壁の緑化等を効果的に組み合わせることにより要求性能に対応することができる。

### 日射遮蔽技術の高性能化に向けたアプローチ

- 日射遮蔽技術は、屋根および外壁から侵入する日射を遮蔽し冷房負荷の抑制に寄与するものである。
- 透明部位については、日射遮蔽に有効な高性能ガラスの選択や、ブラインドやルーバー、庇等の設置による遮蔽を行う。また、不透明部位については、植栽の利用や日射の反射率を高めた素材の採用より断熱性と日射反射性を高め、遮蔽性能を向上させる。

#### 外気負荷

換気のために導入される外気と室内の温度差により熱負荷となる。室外が室内より涼しい中間期は逆に熱負荷が緩和される。

#### 日射負荷・日照取得

冷房時は日射が熱負荷となり、暖房時には負荷を軽減する。

#### 外皮負荷

室内外の温度差に比例して、壁を介して熱が移動する。断熱性能を高めることで、外皮負荷が低減する。

#### 照明負荷

照明機器は光とともに熱も発生し、冷房の熱負荷となる。

#### 内部発熱

PC、コピー機等で利用された電気は、最終的に熱として室内に放出される。

#### 人体負荷

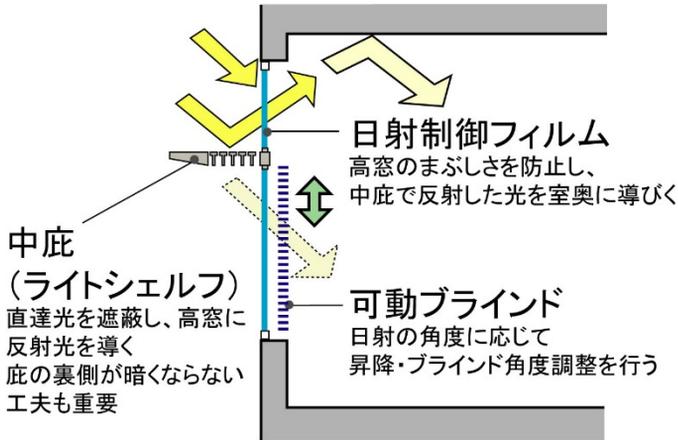
人体は、代謝、蒸泄や呼吸により、室内に熱や水分を放出している。

出所) 丹羽英治『エネルギー自立型建築』工作舎/2013年

## 技術の具体例・エネルギー消費性能計算プログラムにおける計算例

- 日射遮蔽に有効な高性能ガラスを選択し、カーテンやブラインド等の日射遮蔽部材や庇等を設置する。窓からの日差しは空調負荷の増大と窓近傍でのほてりやまぶしさの原因ともなる。

中庇による日射制御と昼光利用の例



アウトフレームによる日射制御



出所) 鹿島建設：ZEB・省エネルギー

### ZEB Ready技術の具体例 (橙色の技術は本ケーススタディで採用した技術)

○：評価可能な技術 △：評価にあたり留意が必要な技術 ×：評価が難しい技術

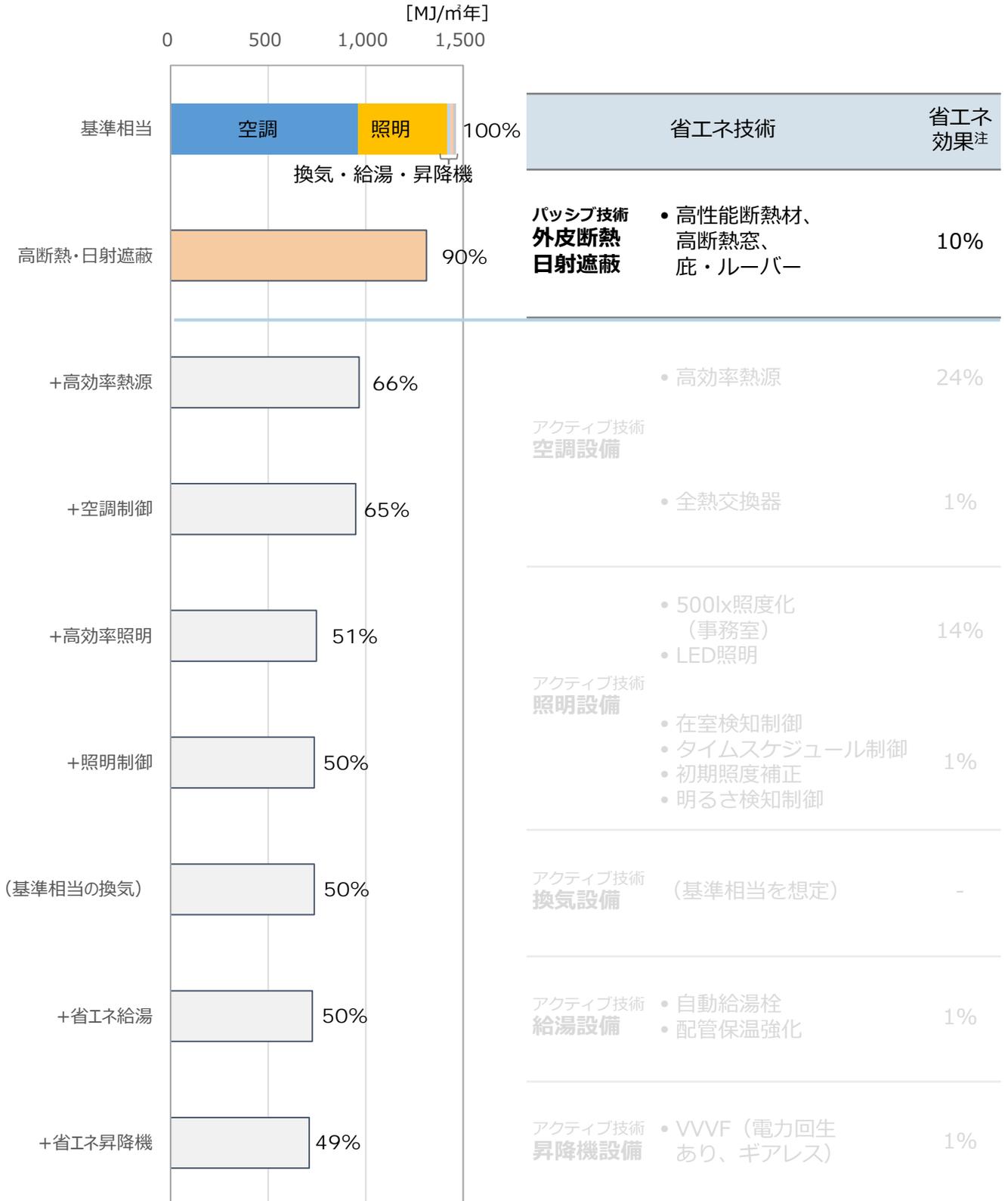
外皮断熱・日射遮蔽技術 (例)		エネルギー消費性能計算プログラム	省エネ効果 (目安)	概算費用増分 (目安)
① 躯体	対象外	屋上緑化	△ 断熱効果のみ PALに反映	
	高断熱外皮・日射遮蔽	高性能断熱材	○	10% (注)
高性能遮熱・断熱窓		○		
水平庇・ブラインド		○		

注) 高断熱外皮および日射遮蔽の複合効果を指す

出所) ZEBロードマップ検討委員会 委員提供資料に基づき作成

## 事務所ビルのZEB Ready実現に向けたケーススタディ結果

注) 「省エネ効果」は他の省エネ技術との複合効果であることから、技術単体の省エネ効果の積算とは必ずしも一致しない



## 1) 日射遮蔽技術(例) : 水平庇・ブラインド

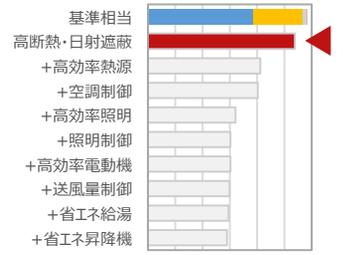
### ③ : 日除け効果係数(冷) (暖)

- 庇等の日除けがある場合は、庇等の形状に合わせて、冷房期、暖房期に分けて日除け効果係数を数値で入力する。庇がない場合は、空欄とする。
- 日除け効果係数は、建築研究所が公開している「日よけ効果係数算出ツール」を使って算出することを原則とする。
  - ・ 「日よけ効果係数算出ツール」 <http://www.kenken.go.jp/becc/index.html#5-1>

様式 2-4. (空調) 外皮仕様入力シート

BEFORE  
基準相当

① 階 (転記)	① 空調ゾーン名 (転記)	外皮構成							
		② 方位 (選択)	③ 日除け効果係数(冷房) [-]	③ 日除け効果係数(暖房) [-]	壁		開口部		
					④ 外壁名称 (転記)	⑤ 外皮面積 (窓含) [m <sup>2</sup> ]	⑥ 開口部名称 (転記)	⑦ 窓面積 [m <sup>2</sup> ]	⑧ ブラインドの有無 (選択)
1F	打合せスペース	北			OW1J	12.5	WNDW1	9.9	無
		西			OW1J	24.7	WNDW1	19.5	無
		日陰			IF4J	21.1			
1F	ホール	西			OW1J	31.7	WNDW1	25.0	無
		日陰			IF4J	48.8			
1F	事務室	北			OW1J	91.2	WNDW1	64.8	無
		東			OW1J	70.1	WNDW1	49.8	無
		南			OW1J	91.2	WNDW1	64.8	無
		日陰			IF4J	442.3			
2F	ホール	西			OW1J	10.1	WNDW1	7.0	無
		日陰			IF4J	48.8			
2F	事務室	北			OW1J	86.4	WNDW1	60.0	無
		東			OW1J	66.4	WNDW1	46.1	無
		南			OW1J	86.4	WNDW1	60.0	無
3F	ホール	西			OW1J	10.1	WNDW1	7.0	無
		水平			RF1J	12.6			
3F	事務室	北			OW1J	86.4	WNDW1	60.0	無
		東			OW1J	66.4	WNDW1	46.1	無
		南			OW1J	86.4	WNDW1	60.0	無
		水平			RF1J	442.3			



様式 2-4. (空調) 外皮仕様入力シート

AFTER( ZEB Ready相当 )

① 階  (転記)	① 空調ゾーン名  (転記)	外皮構成							
		② 方位  (選択)	③ 日除け効果係数(冷房) [-]	③ 日除け効果係数(暖房) [-]	壁		開口部		
					④ 外壁名称  (転記)	⑤ 外皮面積 (窓含) [㎡]	⑥ 開口部名称  (転記)	⑦ 窓面積 [㎡]	⑧ ブラインドの有無  (選択)
1F	打合せスペース	北	0.88	0.89	OW1J	12.5	WNDW1	9.87	有
		西	0.92	0.93	OW1J	24.7	WNDW1	19.50	有
		日陰			IF4J	21.1			
1F	ホール	西	0.92	0.93	OW1J	31.7	WNDW1	25.03	有
		日陰			IF4J	48.8			
1F	事務室	北	0.88	0.88	OW1J	91.2	WNDW1	64.80	有
		東	0.92	0.94	OW1J	70.1	WNDW1	49.81	有
		南	0.89	0.97	OW1J	91.2	WNDW1	64.80	有
		日陰			IF4J	442.3			
2F	ホール	西	0.92	0.93	OW1J	10.1	WNDW1	7.01	有
		日陰			IF4J	48.8			
2F	事務室	北	0.88	0.88	OW1J	86.4	WNDW1	60.00	有
		東	0.92	0.94	OW1J	66.4	WNDW1	46.11	有
		南	0.89	0.97	OW1J	86.4	WNDW1	60.00	有
3F	ホール	西	0.92	0.93	OW1J	10.1	WNDW1	7.01	有
		水平			RF1J	12.6			
3F	事務室	北	0.88	0.88	OW1J	86.4	WNDW1	60.00	有
		東	0.92	0.94	OW1J	66.4	WNDW1	46.11	有
		南	0.89	0.97	OW1J	86.4	WNDW1	60.00	有
		水平			RF1J	442.3			

## 3.3 自然通風利用

### 技術の導入目的

#### 自然通風利用により中間期の冷房負荷を低減する

- 自然通風利用とは、動力等を利用せずに外部の空気を室内に誘引し換気を行うものである。夏期の夜間や中間期において、室内よりも屋外の方が温湿度条件が優れている場合に自然風を利用し外気を取り込むことで、冷房負荷を低減することを目的とする。

#### 空調エネルギーを抑制し、室内の空気環境を良好に保つ

- 換気は室内温湿度、内部発熱や人体負荷、二酸化炭素の放出等による空気の質の低下を防ぎ、空気環境を良好に保つために不可欠である。通常は空調機（エアハンドリングユニット）や換気設備を用いて換気が行われているが、自然風を利用して換気を行うことで、空調エネルギーを抑制することができる。

#### 自然風の特徴を知り、効率的に利用する

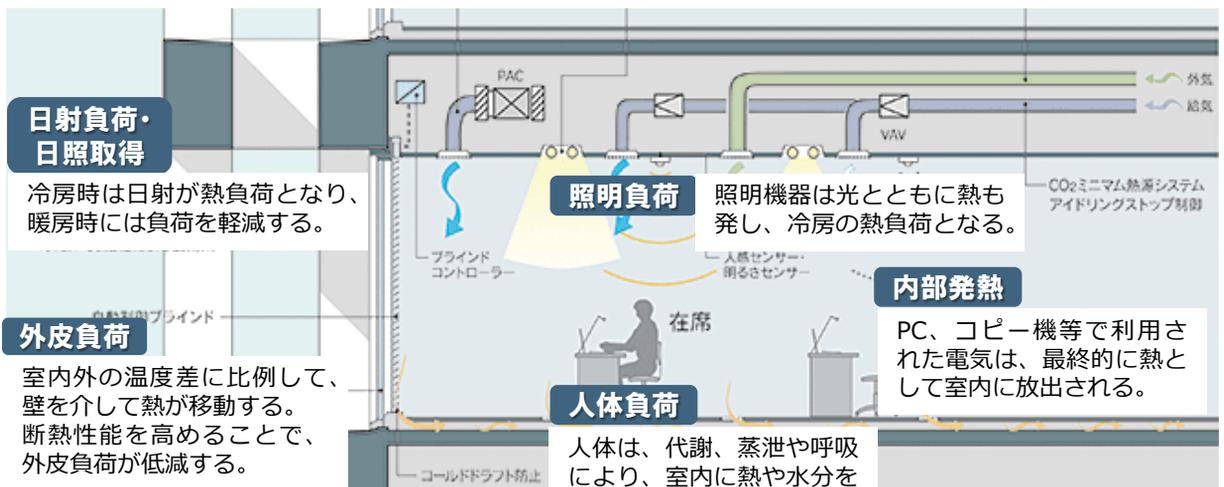
- 温度差のあるところに空気の移動が起こり、圧力差が生まれることで自然風が吹く。この自然風を積極的に利用するためには、効率的に室内に取り込むことができるような開口部や通風経路の設計を行う必要がある。
- 自然風を取り込む場合には、建物の壁面や屋根面の風圧力差がある2箇所以上に通風に有効な開口部を設置する手法や、卓越風が流れていく壁面に袖窓や出窓を設けたり、屋根面の風圧係数が負になる部分に天窓や頂側窓を設けたりすることで、通風を確保する手法がある。
- また、風上側に植栽や水場を配置する等、外構計画を適切に行うことで、室内に流入する空気の温度が下がり、快適な自然風として利用することができる。

### 自然通風利用技術の高性能化に向けたアプローチ

- 自然通風利用技術は、建築物に係る冷房負荷や換気負荷の抑制に寄与するものである。
- 自然風を効率的に室内に取り込むため、壁面や屋根面の風圧力差のある2箇所以上に通風に有効な開口部を設置し、自然の風が流れるような設計を行うことが重要である。

#### 外気負荷

換気の目的で導入される外気と室内の温度差により熱負荷となる。室外が室内より涼しい中間期は逆に熱負荷が緩和される。



出所) 丹羽英治『エネルギー自立型建築』工作舎/2013年

※自然通風利用技術は、アクティブの空調設備にて省エネ効果が評価されているため、「技術の具体例・エネルギー消費性能計算プログラム」における計算例の記載は省略する。

Column

自然通風利用技術（例）：  
吹き抜けの煙突効果

- 建物全体を換気装置として捉え、自然風を積極的に室内に取り入れるシステムが導入されている。
- 自然風はダブルスキンにある欄間窓から室内に取り込まれ、建物内部にあるエコシャフト（吹き抜け）を煙突効果で上昇し、屋上トップライトから屋外に排出される。
- 風の通り道となる各部の可動窓はコンピュータで自動制御されており、外気の温湿度や風速をセンサーで感知し、室内の空調条件と照らし合わせて必要なだけ外気を取り入れるようになっている。
- 上記のような自然通風利用技術と併せて昼光利用技術を利用することで得られる省エネルギー効果は、空調負荷を約2割低減すると試算される。

計画上の重要なポイント

- 吹き抜けによる上昇流
- 上部での逆転現象を回避する



出所) 鹿島建設：KAJIMAダイジェスト January 2003 特集「環境配慮建築」

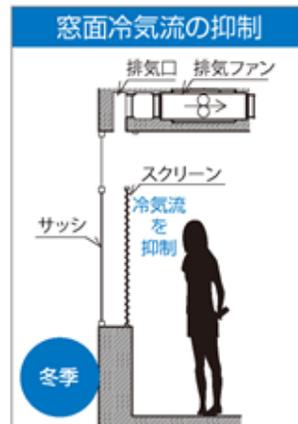
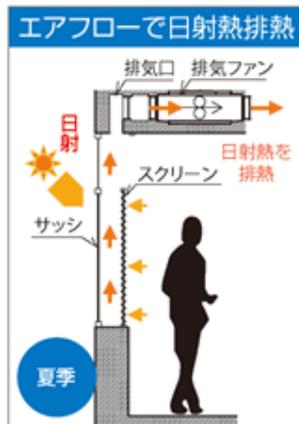
Column

自然通風利用技術（例）：  
自然通風と日射遮蔽の併用

- この技術は、窓にエアフローウィンドウ機能と自然通風機能を併用させたものであり、中間期に自動開閉窓から自然通風を行うことで、快適性を損なわずに省エネルギーを図ることができる。上窓に開放できるサッシを設け、室内側には上窓部分だけ開放可能なスクリーンを設ける。中間期の外気温湿度条件が優れている時に、窓の上部の自動開閉窓を開放して自然風を取り込む。また、夏季にはスクリーンを用いて、スクリーンとガラスの間の熱気を排出することで空調負荷を低減する。

季節ごとのイメージ図

窓開放時



出所) 「研究員コラムVol.5 風通しのよい事務所窓の開発～パッシブエアフローウィンドウ～」大和ハウス工業

## 3.4 昼光利用

### 技術の導入目的

#### 照明エネルギーを抑制する

- 昼光利用は、開口部から昼間の自然光を取り入れ、室内の明るさを確保することで人工照明の利用を減らし、照明エネルギーを抑制することを目的としている。
- 一般的なオフィスにおいては、照明エネルギー消費量が空調のエネルギー消費量に次いで大きく、室内に必要な明るさを昼光利用によって確保できれば、エネルギー消費量を削減できる。また、エネルギー自立性を高めることもできる。

#### 室の使用用途に応じた昼光利用

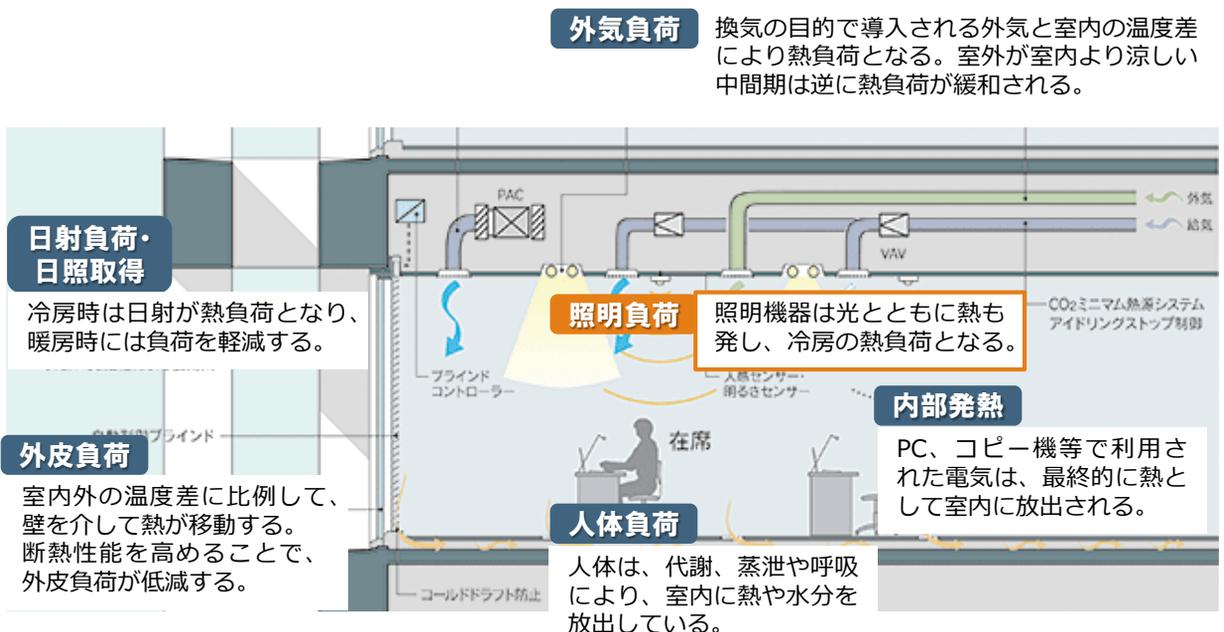
- 昼光には、①時間とともに変化する、②室内の視環境として必要以上の明るさをもたらすことがある、③熱を伴うといった特徴がある。
- これらの特徴を考慮して、空間特性や使い方に適した採光手法をとることが大切である。執務室や学習室等、均質な明るさを要求される室では、直射光を遮り変動の少ない安定した自然光を取り込むことが求められる。一方、ある程度の変動が許容されるパブリックエリアでは、「自然」を感じられる変動、ゆらぎのある自然光によって、快適な空間となる場合がある。
- 空間特性や使い方に適した自然採光を行わないと、建物利用者が昼光を遮光してしまったり、照明電力の削減以上に冷房エネルギーが増加してしまったりすることで、エネルギー多消費型の建物になってしまうおそれがある。

#### 周辺環境からの影響

- 開口部仕様と室仕様によっては、大きな照明消費電力量の削減が可能であるが、開口部の方位や採光面側の隣接建物や地形等の立地からの影響も大きい。

### 昼光利用技術の高性能化に向けたアプローチ

- 昼光利用技術は、照明負荷の抑制に寄与するものである。
- 採光を行う手法として、開口部から昼光を直接取り入れ、室内の明るさを確保する直接的手法や、室内の奥に光を導く吹き抜け、欄間、反射可能な軒裏等を設置する間接的手法がある。

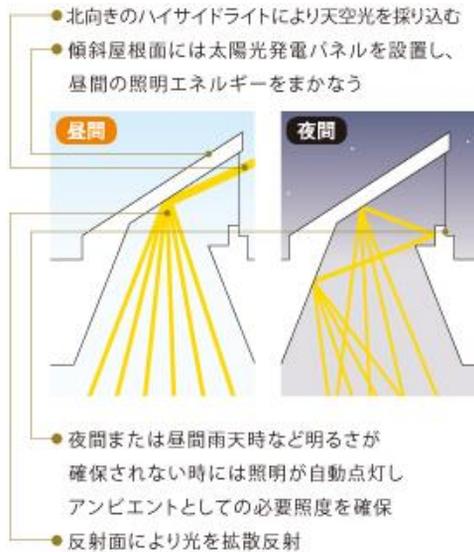


出所) 丹羽英治『エネルギー自立型建築』工作舎/2013年

Column

## 昼光利用技術（例）： トップライト、ハイサイドライト

- 多くの昼光を取り込むには、空間の上方に開口部を設けることが効果的である。ただし、昼光を取り込みすぎると冷房負荷が増してしまうため、採光量を調節できる機構を併設することが肝要。
- 大林組技術研究所本館では、施設の約30%の電力量を占める照明の省エネ対策として、自然光を利用したアンビエント照明とタスクライトの照明計画を導入している。晴天時には、昼間のアンビエント照明を無点灯化することで大幅な消費電力のカットを狙い、さらに夜間や曇天時の人工照明においても、省エネルギー器具の採用で最小限のエネルギー消費に留めている。天井高6mのワンルーム型の大空間であるワークプレイスは、夜間のアンビエント照明で平均照度300lx、机上面照度は700lxが確保され、かつ省エネルギー化が実現できている。



出所) 「LIGHTNING STYLE Vol.6 大林組技術研究所本館」 Panasonic

Column

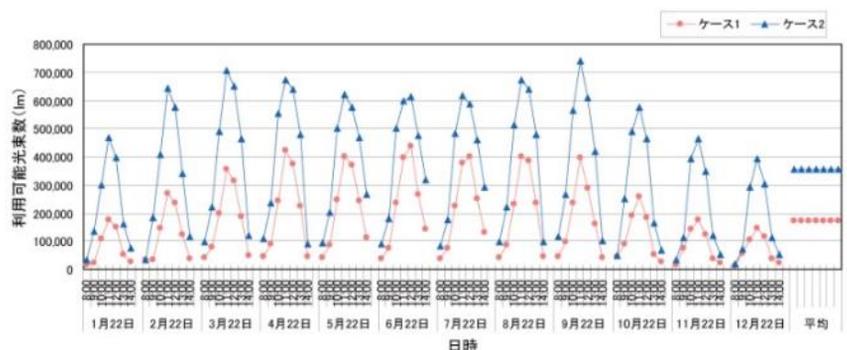
## 昼光利用技術（例）： 光ダクトシステム

- 光ダクトシステムは、屋外の昼光を効率よく取り込み、内面を高反射率鏡面としたダクトにより、建物の必要な場所に運んで室内を明るくする技術である。外からの昼光の届かない建物の奥や、窓のない地下空間でも自然採光を可能とし、人工照明と組み合わせて自動調光制御することにより、明るさの変動、不足を補正して安定した光を得ることができる。
- 昼光利用による省エネルギーはもちろん、昼光を豊富に取り込むことで、室内を快適で健康的な質の高い光環境を実現することができる。

水平ダクト方式

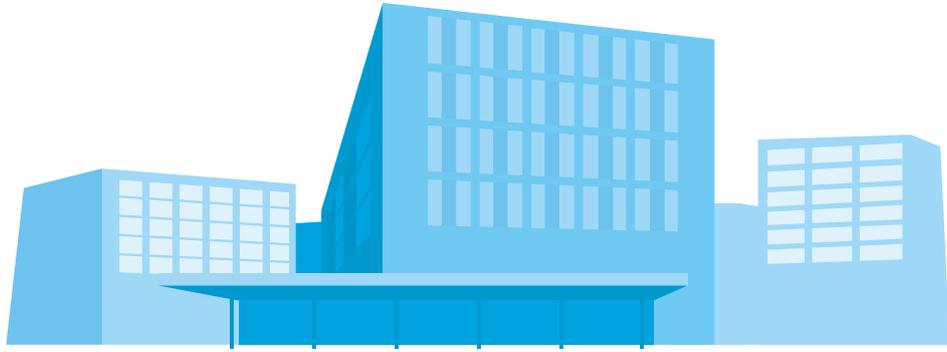


光ダクトによる年間採光量シミュレーション例



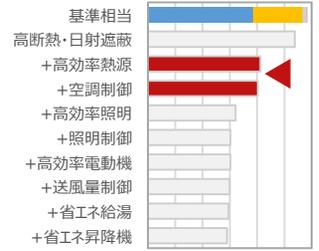
出所) 日建設計ホームページ/光ダクトシステムについて

## 第4章



設備省エネルギー技術（アクティブ技術）

# 4章 設備省エネルギー技術（アクティブ技術）



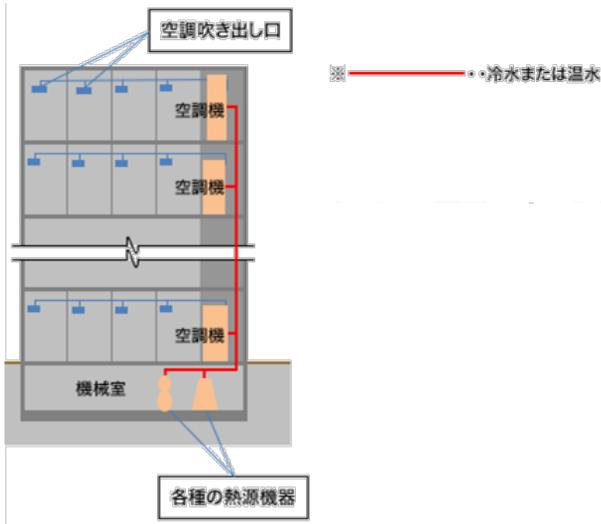
## 4.1 空調設備

### 技術の導入目的

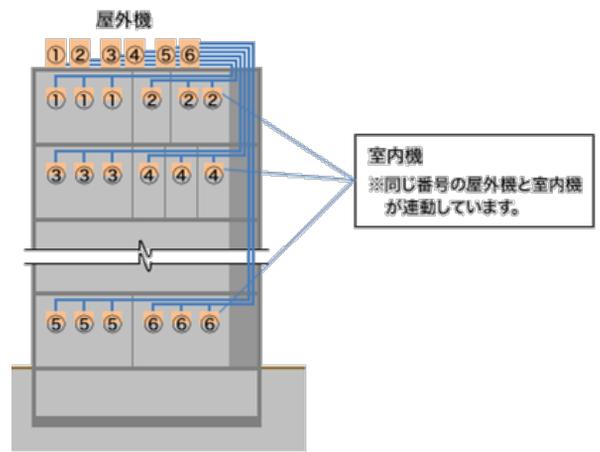
#### 空調エネルギーを上手に活用する

- 外皮断熱や日射遮蔽の対策のみでは、室内環境を快適に保つことが困難である場合が多いため、空調設備が必要となる。一般的なオフィスにおいては、空調設備によるエネルギー消費量の割合は最も大きく、空調設備に係る省エネルギー設計の重要性は高い。
- オフィスビルに採用される空調設備には多くのシステムが存在する。システム構成で分類すると、①中央熱源方式と、②個別分散方式の2つに分けられる。対応する空調機器も多様で、かつ新しい機器が頻繁に商品開発されている状況である。
- 空調設備によって形成される室内の温熱環境や必要とされるエネルギー消費量は、気象条件、建物外皮の断熱性能、開口部等の日射遮蔽性能、執務者の滞在状況、設備の使用状況等の諸条件により変化する。また、自然通風や太陽熱等の利用状況も、空調エネルギーの削減に関係する。
- 空調設備の省エネルギー設計手法を体系的に整理することは容易ではないが、費用や設備の特徴を考慮して適切な方式を選択し、各方式において省エネルギー設計を行うことが重要である。

#### ①中央熱源方式



#### ②個別分散方式



出所) 大成建設のリニューアル特集「第3回 リニューアルテーマ「省エネ」  
-時代とともに進化する、オフィスビルの空調システム」大成建設

- 熱源設備（ボイラーや冷凍機、ヒートポンプ等）で発生させた冷水または温水を空調機で通水し、空調空気を冷却または加熱する
- フロアまたはゾーンごとに、空調機または変风量制御のON/OFFが可能
- 室ごとにVAVを設置すれば、室ごとの空調のON/OFFは原則可能
- 各室の室内機ごとに空調のON/OFFが可能
- 室ごとに暖房・冷房の選択が可能

## 空調設備の高効率化に向けたアプローチ

### 熱源機器・システムの高効率化

- 熱源機器は、その定格能力に対する熱負荷の比率（部分負荷率）に応じて効率が変化し、一般的には部分負荷率が小さくなるに従って効率も悪くなるという特性がある。一方、熱負荷は年間を通じて大半の時間で部分負荷となっていることから、熱負荷のピーク時間帯だけでなく、部分負荷の発生状況を考慮して、熱源システムの機器選択、機器構成、運転優先順位等を検討する必要がある。
- 熱源機器・システムの効率は、一般的には、JIS基準に基づくCOPによって行われている。近年、冷凍機やヒートポンプのCOPの向上には目覚ましいものがあり、また、部分負荷運転時にも高効率を維持できる機器の開発も進んでいる。
- また、熱源システムは、冷凍機やヒートポンプ等の熱源機器と、ポンプや冷却塔等の補助的な機器で構成される。このような補助的な機器は、負荷の大小関係に関わらずエネルギー消費電力が変わらないことが多く、高効率の熱源機器単体の性能が良くても、ポンプや冷却塔でエネルギーを消費してしまい、熱源システム全体での効率があがらないケースがある。この対応として、近年、負荷に応じてポンプや冷却塔の電力が抑えられるよう、回転数制御方式と呼ばれる手法が多く採用されるようになってきている。

### 個別分散システムの高効率化

- 中小規模のオフィスでは個別分散方式を適用させることが多い。近年のパッケージエアコン（個別分散方式）の効率化も目覚ましいものがあり、特に部分負荷時のCOPを大幅に改善したものが開発されてきている。また、温度と湿度を別々に制御することで、室内環境の向上とCOPの向上を図った潜熱・顕熱分離空調方式も開発されている。なお、当該空調方式は、個別分散方式だけでなく、中央熱源方式についても利用されている。

### 搬送設備の高効率化

- 水や空気の搬送に要するエネルギーは流量に比例し、揚程（圧力損失）の二乗に比例する。また、搬送できる熱量は温度差と流量に比例する。したがって、所定の熱量の搬送エネルギーを低減するための対策としては以下が挙げられる。
  1. 負荷に応じて、流量（風量、水量）をできるだけ小さくする
  2. 搬送温度差を確保して、流量（風量、水量）をできるだけ小さくする
  3. 搬送に必要な揚程（圧力差）をできるだけ小さくする
  4. 搬送機器（ファン、ポンプ）の効率を高くする
- 最も一般的に取られている対策としては、熱負荷の変化に対して、ファンまたはポンプの出入口温度差を一定とし、インバーターで風量、流量を変化させる変風量制御（VAV）、または変流量制御（VWV）がある。
- 搬送温度差を確保する手法として、通常温度よりも低い温度（冷房の場合）で送水する大温度差送水方式、低温度送水方式等の手法がある。例えば、搬送温度差を14℃確保した場合は、理想的な条件では搬送温度差7℃の場合の8分の1の搬送エネルギーで、同じ熱量を運ぶことができる。ただし、エアハンドリングユニット（AHU）やファンコイルユニット（FCU）で伝熱面積を大きく取る必要があり費用増分が生じる。また、配管径は通常温度差と同等の大きさに据え置く必要がある。
- 圧力損失を可能な限り小さくするためには、搬送経路が短く、建物形状を考慮しながら、高低差が小さくなるよう、設備機器の配置を工夫する必要がある。また、配管やダクトのサイズに余裕を持たせることにより、摩擦による圧力損失を低減させる等の方法も効果を発揮することがある。このような方法については、建築計画との整合や費用との見合いもあり、計画の初期段階で十分に検討する必要がある。

### 空調設備の目標レベル

- ZEB Ready（省エネルギー率50%）を実現するビルを目指す場合、**空調BEIで0.45～0.55程度（基準値に比べ45～55%空調エネルギー消費量を削減する：ケーススタディにおける実例は以降を参照）**の空調設備の導入が求められる。

### 技術の具体例・エネルギー消費性能計算プログラムにおける計算例

- 主な空調設備の省エネ効果の目安、概算費用の目安は以下の通りである。エネルギー消費性能計算プログラム（非住宅版）Ver.2.4.0（2017.10）を活用した反映方法は、次頁以降を参照されたい。

ZEB Ready技術の具体例（橙色の技術は本ケーススタディで採用した技術）

○：評価可能な技術 △：評価にあたり留意が必要な技術 ×：評価が難しい技術

空調設備の省エネ化（例）		エネルギー消費性能計算プログラム	省エネ効果（目安）	概算費用増分（目安）
① 個別分散	高効率熱源	高効率パッケージ形空調機	○	24%
		高効率熱源機器	○	
② 熱源	高効率熱源 (ケーススタディの対象外)	蓄熱システム	○	約1.3百万円
		高効率コージェネレーションシステム	○	
		中温冷水利用システム	○	
		熱源の台数制御	○	
		熱源機器出口設定温度の遠方制御	×	
		エネルギーの面的利用	×	
		高効率冷却塔	△ 定格消費電力で考慮	
③ 冷却塔	高効率熱源 (ケーススタディの対象外)	冷却塔ファン等の台数制御/発停制御	×	
		冷却塔ファンインバータ制御	×	
		フリークーリングシステム	×	
		高効率空調用ポンプ（高効率モータ）	△ 定格消費電力で考慮	
④ ポンプ	流量制御 (ケーススタディの対象外)	空調2次ポンプ変流量制御	○	
		大温度差送水システム	○	
		冷却水ポンプ変流量制御	×	
		空調1次ポンプ変流量制御	×	
		空調2次ポンプの適正容量分割/小容量ポンプ	×	
		水搬送経路の密閉化	×	
		配管摩擦低減剤	×	

ZEB Ready技術の具体例（橙色の技術は本ケーススタディで採用した技術）

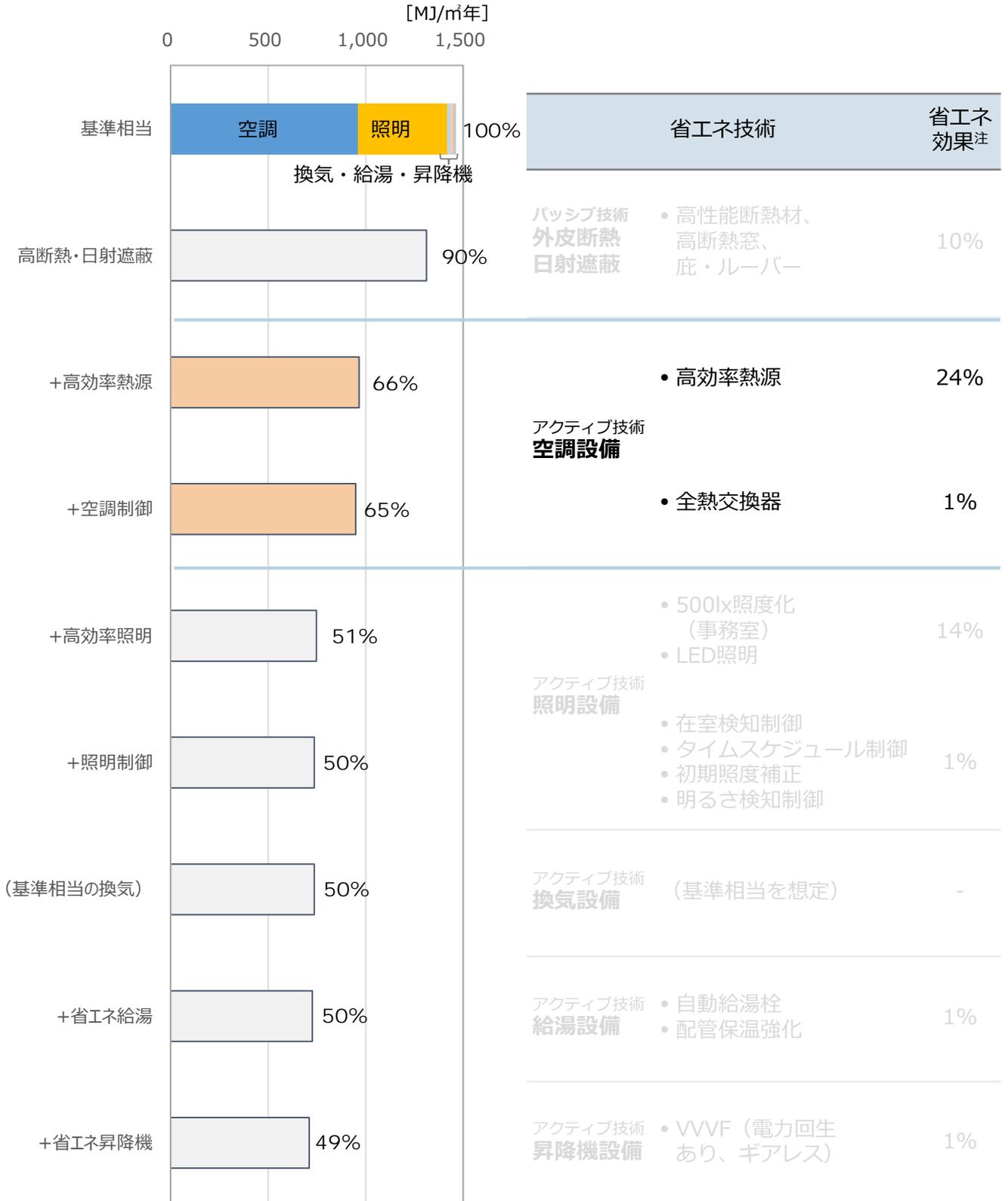
○：評価可能な技術 △：評価にあたり留意が必要な技術 ×：評価が難しい技術

空調設備の省エネ化（例）		エネルギー消費性能計算プログラム	省エネ効果（目安）	概算費用増分（目安）
⑤ 一般空調	空調制御	高効率空調機	△ 定格消費電力で考慮	1%  約0.6 百万円
		空調機の変风量制御	○	
		全熱交換器	○	
		外気冷房システム	○	
	空調制御 (ケーススタディの対象外)	ウォーミングアップ時の外気遮断制御	○	
		放射冷房空調システム	○	
		潜熱・顕熱分離方式省エネ空調システム	○	
		大温度差送風空調システム	△ 定格消費電力で考慮	
		CO <sub>2</sub> 濃度による外気量制御	×	
		ファンコイルユニットの比例制御	×	
		床吹出空調システム	×	
		デシカント空調システム	×	
		ハイブリッド空調システム	×	

出所) ZEBロードマップ検討委員会 委員提供資料に基づき作成

## 事務所ビルのZEB Ready実現に向けたケーススタディ結果

注) 「省エネ効果」は他の省エネ技術との複合効果であることから、技術単体の省エネ効果の積算とは必ずしも一致しない





# 1) 空調設備の省エネ化 (例) : 高効率熱源

## <「様式 2-5. (空調) 熱源入力シート」に対応>

### ⑥ : 熱源機種

- 「表1-2-7 熱源機種一覧 (参照元 : エネルギー消費性能計算プログラム (非住宅版) Ver.2 入力マニュアル)」から該当する熱源機種を選択肢から選び、文字列で入力する。
- 本ケーススタディでは、「パッケージエアコンディショナ (空冷式)」として入力。

### ⑩ : 定格冷却能力・定格加熱能力 ⑪ : 熱源種機定格消費エネルギー

- 当該熱源機の1台あたりの定格冷却能力と定格加熱能力を数値で入力する。単位はkW/台である。
- ここでの定格冷却能力・定格加熱能力とは、JIS等で規定された標準定格条件 (冷温水温度、冷却水温度、流量等の条件) 下での性能とする。
- また、当該熱源機主機の定格消費エネルギーを数値で入力する。
- 熱源機のエネルギー源が「電力」の場合は定格消費電力 [kW/台] を、「ガス」及び「油」の場合は、燃料消費量 (一次エネルギー換算) [kW/台] を入力する。
- ここでの定格消費エネルギーとは、JIS等で規定された標準定格条件 (冷温水温度、冷却水温度、流量等の条件) 下での消費エネルギーとする。熱源主機の消費エネルギーは機器負荷率や外気温度によって変化するものとし、熱源の特性曲線を用いて各条件時の値が算出される。
- 本ケーススタディでは、以下を想定している
  - パッケージエアコンディショナ (空冷式) : 冷房COP3.6、暖房COP3.8~3.9

様式 2-5. (空調) 熱源入力例

BEFORE  
基準相当

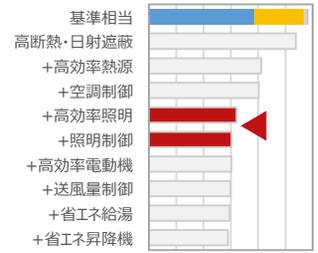
① 熱源群名称	② 無 蓄熱システム	③ 無 蓄熱システム	④ ⑤ 蓄熱システム		⑥ 熱源機種	冷熱生成										温熱生成														
			④ 蓄熱システム	⑤ 蓄熱システム		⑦ 運転順位	⑧ 台数	⑨ 燃費率	⑩ 定格冷却能力	⑪ 主機 定格消費エネルギー	⑫ 補機 定格消費電力	⑬ 一次ポンプ 定格消費電力	⑭ ⑮ ⑯ 冷却塔仕様			⑦ 運転順位	⑧ 台数	⑨ 燃費率	⑩ 定格加熱能力	⑪ 主機 定格消費エネルギー	⑫ 補機 定格消費電力	⑬ 一次ポンプ 定格消費電力								
													⑭ 定格冷却能力	⑮ 冷却塔ファン消費電力	⑯ 冷却水ポンプ消費電力								⑦ (選択)	⑧ [台]	⑨ [°C]	⑩ [kW/台]	⑪ [kW/台]	⑫ [kW/台]	⑬ [kW/台]	⑭ [kW/台]
EHP-1	無	無			パッケージエアコンディショナ(空冷式)	1番目	1		100	50													1番目	1		112	56			
EHP-2	無	無			パッケージエアコンディショナ(空冷式)	1番目	1		61.5	31													1番目	1		69	35			
EHP-3	無	無			パッケージエアコンディショナ(空冷式)	1番目	1		61.5	31													1番目	1		69	35			

様式 2-5. (空調) 熱源入力例

AFTER (ZEB Ready相当)

① 熱源群名称	② 無 蓄熱システム	③ 無 蓄熱システム	④ ⑤ 蓄熱システム		⑥ 熱源機種	冷熱生成										温熱生成														
			④ 蓄熱システム	⑤ 蓄熱システム		⑦ 運転順位	⑧ 台数	⑨ 燃費率	⑩ 定格冷却能力	⑪ 主機 定格消費エネルギー	⑫ 補機 定格消費電力	⑬ 一次ポンプ 定格消費電力	⑭ ⑮ ⑯ 冷却塔仕様			⑦ 運転順位	⑧ 台数	⑨ 燃費率	⑩ 定格加熱能力	⑪ 主機 定格消費エネルギー	⑫ 補機 定格消費電力	⑬ 一次ポンプ 定格消費電力								
													⑭ 定格冷却能力	⑮ 冷却塔ファン消費電力	⑯ 冷却水ポンプ消費電力								⑦ (選択)	⑧ [台]	⑨ [°C]	⑩ [kW/台]	⑪ [kW/台]	⑫ [kW/台]	⑬ [kW/台]	⑭ [kW/台]
EHP-1	無	無			パッケージエアコンディショナ(空冷式)	1番目	1		100	27.7													1番目	1		112	28.7			
EHP-2	無	無			パッケージエアコンディショナ(空冷式)	1番目	1		61.5	17.2													1番目	1		69	18.1			
EHP-3	無	無			パッケージエアコンディショナ(空冷式)	1番目	1		61.5	17.2													1番目	1		69	18.1			





### 技術の導入目的

#### 照明エネルギーを上手に制御する

- 照明エネルギー消費量を削減するためには、昼光利用時の明るさの不足分を補い、夜間の各空間の作業に適した光環境を提供しながら、人工照明エネルギー消費を削減することが必要となる。
- 照明設備計画において、採光手法や導光手法といった昼光の利用技術を併用することにより、照明設備を適切に制御することができれば、より高い省エネルギー効果が期待できる。
- 照明設備の高効率化に向けては、①照度の適正化、②高効率照明（照明器具そのものを高効率化する）、③照明制御（制御による高効率化）の3つに分類される。

### 照明設備の高効率化に向けたアプローチ

#### ①照度の適正化

- 一般的なオフィスの明るさ（照度）は750lxと設定されているが、近年のPCの普及等により、従来の紙媒体での作業とは異なる照度環境での作業を行うことが一般的となっている。そのため、この設定照度の適正化を図ることで、照明エネルギー消費量の抑制にもつながる。

#### ②高効率照明（照明器具の高効率化）

- 照明の光源は、白熱電球→蛍光灯（FL型）→高効率蛍光灯（Hf型）→LEDへと高効率化が進展してきた。光源の効率を表す指標として、光源が発する光の量（光束：単位lm（ルーメン））と光源が消費する電力（単位W）との比率である“lm/W”が挙げられるが、LED照明は同じ電力で何倍もの光束を得ることができるため、消費電力の削減につながる。

#### ③照明制御

- 照明制御の主な機能として、タイムスケジュールによる点灯・消灯、明るさセンサーによる自動調光制御、人感センサーによる自動調光・点灯・消灯制御、および上記を組み合わせた制御がある。
- 明るさセンサーによる自動調光制御は、机上面または床面が予め設定した明るさ（目標照度）となるよう、自動的に人工照明を調光する制御であるが、昼光利用による省エネルギーを実現するためには必須の機能といえる。
- 目標照度は任意に設定することを可能とし、タスク照明を利用している間はアンビエント照明を300lx程度の低照度に設定する、といった使い方が可能である。また、制御単位も任意に設定可能である。細かな範囲で制御すれば、各個人の好みに合った明るさに設定することもできるため、執務者の満足度向上にも寄与する。
- 照明制御を行う際には、照明器具の制御空間単位と室の利用空間単位の整合や、昼光の導入方向に留意する必要がある。

## 照明設備の目標レベル

- ZEB Ready（省エネルギー率50%）を実現するビルを目指す場合、**照明BEIで0.20～0.50程度（基準値に比べ50～80%照明エネルギー消費量を削減する：ケーススタディにおける実例は以降を参照）**の照明設備の導入が求められる。
- 照明設備の目標レベルは、前述の通り、①照度適正化、②高効率照明（照明器具そのものを高効率化する）、③照明制御（制御による高効率化）の導入等により、達成することができる。

## 技術の具体例・エネルギー消費性能計算プログラムにおける計算例

- 主な照明設備の省エネ効果の目安、概算費用の目安は以下の通り。エネルギー消費性能計算プログラム（非住宅版）Ver.2.4.0（2017.10）を活用した反映方法は、次頁以降を参照されたい。

### ZEB Ready技術の具体例（橙色の技術は本ケーススタディで採用した技術）

○：評価可能な技術 △：評価にあたり留意が必要な技術 ×：評価が難しい技術

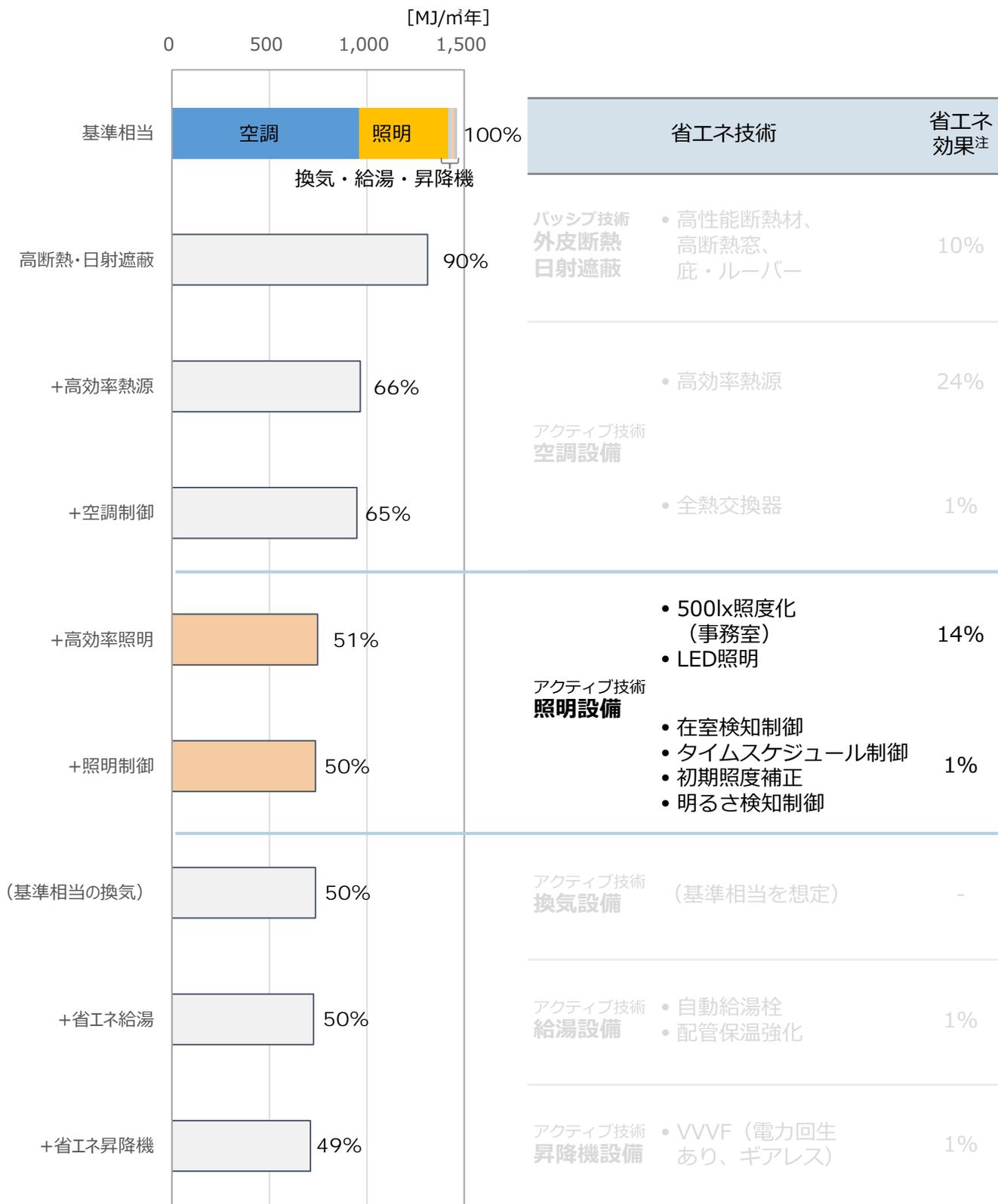
照明設備の省エネ化（例）		エネルギー消費性能計算プログラム	省エネ効果（目安）	概算費用増分（目安）	
①照度適正化	500lx照度化	△ 定格消費電力で考慮	14%	約9 百万円 (注)	
②高効率照明	高効率照明器具	○			
③照明制御	照明制御	在室検知制御	○	1%	約7 百万円
		昼光利用照明制御	○		
		タイムスケジュール制御	○		
		初期照度制御	○		
	（ケーススタディの対象外）	明るさ検知による自動点滅制御	○		
		タスク&アンビエント照明システム	△ 定格消費電力で考慮		
		ゾーニング制御	×		
照明制御単位の細分化		×			

注) 「照度適正化」に関する費用増分は照明台数の削減分として、「高効率照明」の中で考慮

出所) ZEBロードマップ検討委員会 委員提供資料に基づき作成

## 事務所ビルのZEB Ready実現に向けたケーススタディ結果

注) 「省エネ効果」は他の省エネ技術との複合効果であることから、技術単体の省エネ効果の積算とは必ずしも一致しない



# 1) 高効率照明 (LED照明化)

## <「様式 4. (照明)照明入力シート」に対応>

### ⑥ : 定格消費電力

- 各照明器具の1台あたりの消費電力（安定器も含めた入力値）を数値で入力する。単位はW/台である。（一社）日本照明工業会の「ガイド114 照明エネルギー消費係数算出のための照明器具の消費電力の参考値」より該当する機器の値を入力しても良い。
- 本ケーススタディでは、LED照明の導入を想定し、定格消費電力を入力。

BEFORE  
基準相当

様式 4. (照明)照明入力例

① 階 (転記)	① 室名 (転記)	① 建物用途 (転記)	① 室用途 (転記)	① 室面積 [㎡] (転記)	① 階高 [m] (転記)	① 天井高 [m] (転記)	室指数			照明器具仕様			制御等の有無			
							② 開口面 の割合 [m] (転記)	③ 壁の割合 [m] (転記)	④ 天井高 [m] (転記)	⑤ 機器名称 (照明器具表の記号 等)	⑥ 定格消費 電力 [W/台]	⑦ 台数 [台]	⑧ 在室検知制御 (選択)	⑨ 明るさ検知制御 (選択)	⑩ タイムスケジュール制御 (選択)	⑪ 初期照度補 正機能 (選択)
1F	打合せスペース	事務所等	会議室	21.13	3.8	3.1	3.25	6.5			48	5	無	無	無	無
1F	トイレ(女)	事務所等	便所	6.5	3.8	2.8	3.25	2			35	2	無	無	無	無
1F	トイレ(男)	事務所等	便所	5.17	3.8	2.8	2.65	1.95			35	2	無	無	無	無
1F	湯沸室	事務所等	湯沸室等	2.73	3.8	2.8	1.4	1.95			48	1	無	無	無	無
1F	トイレ前通路	事務所等	廊下	5.85	3.8	3.1	1.3	4.5		FRS15-321	35	2	無	無	無	無
1F	ホール	事務所等	ロビー	48.8	3.8	3.1			1.1		87	11	無	無	無	無
1F	階段室	事務所等	廊下	23.4	3.8	3.8	3.6	6.5		K1-FBF15-321	35	5	無	無	無	無
1F	事務室	事務所等	事務室	442.32	3.8	2.8	18.43	24			95	76	無	無	無	無
2F	更衣・休憩(女)	事務所等	更衣室又は倉庫	13	3.6	2.6	6.5	2			48	2	無	無	無	無
2F	更衣・休憩(男)	事務所等	更衣室又は倉庫	11.85	3.6	2.6	3.95	3			48	2	無	無	無	無
2F	トイレ(男)	事務所等	便所	8.46	3.6	2.6		0.5			35	3	無	無	無	無
2F	トイレ(女)	事務所等	便所	8.8	3.6	2.6	4	2.2			35	3	無	無	無	無
2F	湯沸室	事務所等	湯沸室等	2.86	3.6	2.6	2.2	1.3			48	1	無	無	無	無
2F	トイレ前通路	事務所等	廊下	13.52	3.6	2.6		0.7		FRS15-321	35	3	無	無	無	無
2F	ホール横通路	事務所等	廊下	18.85	3.6	2.6	2.9	6.5			35	4	無	無	無	無
2F	ホール	事務所等	ロビー	12.6	3.6	2.6	4.5	2.8			87	3	無	無	無	無
2F	階段室	事務所等	廊下	23.4	3.6	3.6	3.6	6.5		K1-FBF15-321	35	5	無	無	無	無
2F	事務室	事務所等	事務室	442.32	3.6	2.6	18.43	24			95	76	無	無	無	無
3F	更衣・休憩(女)	事務所等	更衣室又は倉庫	13	3.6	2.6	6.5	2			48	2	無	無	無	無
3F	更衣・休憩(男)	事務所等	更衣室又は倉庫	11.85	3.6	2.6	3.95	3			48	2	無	無	無	無
3F	トイレ(男)	事務所等	便所	8.46	3.6	2.6		0.5			35	3	無	無	無	無
3F	トイレ(女)	事務所等	便所	8.8	3.6	2.6	4	2.2			35	3	無	無	無	無
3F	湯沸室	事務所等	湯沸室等	2.86	3.6	2.6	2.2	1.3			48	1	無	無	無	無
3F	トイレ前通路	事務所等	廊下	13.52	3.6	2.6		0.7		FRS15-321	35	3	無	無	無	無
3F	ホール横通路	事務所等	廊下	18.85	3.6	2.6	2.9	6.5			35	4	無	無	無	無
3F	ホール	事務所等	ロビー	12.6	3.6	2.6	4.5	2.8			87	3	無	無	無	無
3F	階段室	事務所等	廊下	23.4	3.6	3.6	3.6	6.5		K1-FBF15-321	35	5	無	無	無	無
3F	事務室	事務所等	事務室	442.32	3.6	2.6	18.43	24			95	76	無	無	無	無
RF	ホール	事務所等	ロビー	12.6	3.6	2.6	4.5	2.8			87	3	無	無	無	無
RF	階段室	事務所等	廊下	23.4	3.6	3.6	3.6	6.5		K1-FBF15-321	35	5	無	無	無	無



様式 4. (照明)照明入力例

AFTER( ZEB Ready相当)

① 階 (転記)	① 室名 (転記)	① 建物用途 (転記)	① 室用途 (転記)	① 室面積 [㎡] (転記)	① 階高 [m] (転記)	① 天井高 [m] (転記)	室指数			照明器具仕様			制御等の有無			
							② 開口 率 [㎡] (転記)	③ 壁の 開口 率 [㎡] (転記)	④ 窓の 開口 率 [㎡] (転記)	⑤ 機器名称 (照明器具表 の記号等)	⑥ 定格消費 電力 [W/台]	⑦ 台数 [台]	⑧ 在室検知制御 (選択)	⑨ 明るさ検知制 御 (選択)	⑩ タイムスケ ジュール制御 (選択)	⑪ 初期照度補 正機能 (選択)
1F	打合せスペース	事務所等	会議室	21.13	3.8	3.1	3.3	6.5	LED照明	47	5	無	点滅方式	無	タイマ方式(LED)	
1F	トイレ(女)	事務所等	便所	6.5	3.8	2.8	3.3	2	LED照明	19.9	2	点滅方式	無	無	無	
1F	トイレ(男)	事務所等	便所	5.17	3.8	2.8	2.7	2	LED照明	19.9	2	点滅方式	無	無	無	
1F	湯沸室	事務所等	湯沸室等	2.73	3.8	2.8	1.4	2	LED照明	19.9	1	点滅方式	無	無	無	
1F	トイレ前通路	事務所等	廊下	5.85	3.8	3.1	1.3	4.5	LED照明	19.9	2	無	無	点滅方式	タイマ方式(LED)	
1F	ホール	事務所等	ロビー	48.8	3.8	3.1		1.1	LED照明	81	11	無	無	点滅方式	タイマ方式(LED)	
1F	階段室	事務所等	廊下	23.4	3.8	3.8	3.6	6.5	LED照明	19.9	5	無	無	点滅方式	タイマ方式(LED)	
1F	事務室	事務所等	事務室	442.32	3.8	2.8	18.4	24	LED照明	47	100	無	点滅方式	無	タイマ方式(LED)	
2F	更衣・休憩(女)	事務所等	更衣室又は倉庫	13	3.6	2.6	6.5	2	LED照明	47	2	無	無	無	タイマ方式(LED)	
2F	更衣・休憩(男)	事務所等	更衣室又は倉庫	11.85	3.6	2.6	4	3	LED照明	47	2	無	無	無	タイマ方式(LED)	
2F	トイレ(男)	事務所等	便所	8.46	3.6	2.6		0.5	LED照明	19.9	3	点滅方式	無	無	無	
2F	トイレ(女)	事務所等	便所	8.8	3.6	2.6	4	2.2	LED照明	19.9	3	点滅方式	無	無	無	
2F	湯沸室	事務所等	湯沸室等	2.86	3.6	2.6	2.2	1.3	LED照明	19.9	1	点滅方式	無	無	無	
2F	トイレ前通路	事務所等	廊下	13.52	3.6	2.6		0.7	LED照明	19.9	3	無	無	点滅方式	タイマ方式(LED)	
2F	ホール横通路	事務所等	廊下	18.85	3.6	2.6	2.9	6.5	LED照明	19.9	4	無	無	点滅方式	タイマ方式(LED)	
2F	ホール	事務所等	ロビー	12.6	3.6	2.6	4.5	2.8	LED照明	81	3	無	無	点滅方式	タイマ方式(LED)	
2F	階段室	事務所等	廊下	23.4	3.6	3.6	3.6	6.5	LED照明	19.9	5	無	無	点滅方式	タイマ方式(LED)	
2F	事務室	事務所等	事務室	442.32	3.6	2.6	18.4	24	LED照明	47	100	無	点滅方式	無	タイマ方式(LED)	
3F	更衣・休憩(女)	事務所等	更衣室又は倉庫	13	3.6	2.6	6.5	2	LED照明	47	2	無	無	無	タイマ方式(LED)	
3F	更衣・休憩(男)	事務所等	更衣室又は倉庫	11.85	3.6	2.6	4	3	LED照明	47	2	無	無	無	タイマ方式(LED)	
3F	トイレ(男)	事務所等	便所	8.46	3.6	2.6		0.5	LED照明	19.9	3	点滅方式	無	無	無	
3F	トイレ(女)	事務所等	便所	8.8	3.6	2.6	4	2.2	LED照明	19.9	3	点滅方式	無	無	無	
3F	湯沸室	事務所等	湯沸室等	2.86	3.6	2.6	2.2	1.3	LED照明	19.9	1	点滅方式	無	無	無	
3F	トイレ前通路	事務所等	廊下	13.52	3.6	2.6		0.7	LED照明	19.9	3	無	無	点滅方式	タイマ方式(LED)	
3F	ホール横通路	事務所等	廊下	18.85	3.6	2.6	2.9	6.5	LED照明	19.9	4	無	無	点滅方式	タイマ方式(LED)	
3F	ホール	事務所等	ロビー	12.6	3.6	2.6	4.5	2.8	LED照明	81	3	無	無	点滅方式	タイマ方式(LED)	
3F	階段室	事務所等	廊下	23.4	3.6	3.6	3.6	6.5	LED照明	19.9	5	無	無	点滅方式	タイマ方式(LED)	
3F	事務室	事務所等	事務室	442.32	3.6	2.6	18.4	24	LED照明	47	100	無	点滅方式	無	タイマ方式(LED)	
RF	ホール	事務所等	ロビー	12.6	3.6	2.6	4.5	2.8	LED照明	81	3	無	無	点滅方式	タイマ方式(LED)	
RF	階段室	事務所等	廊下	23.4	3.6	3.6	3.6	6.5	LED照明	19.9	5	無	無	点滅方式	タイマ方式(LED)	

## 2) 照明制御

### <「様式 4. (照明)照明入力シート」に対応>

#### ⑧：制御等の有無（在室感知制御）

● 在室検知制御を採用している場合、以下の選択肢から制御方式を選択し、その名称を文字列で入力。

- 下限調光方式：連続調光タイプの人感センサーの信号に基づき自動で下限調光または点滅
- 点滅方式：熱線式自動スイッチによって回路電流を通電/遮断することにより自動で点滅/点滅タイプの人感センサーの制御信号に基づき自動で点滅/器具に内蔵された点滅タイプの人感センサーの制御信号に基づき自動で点滅
- 減光方式：段調光タイプの人感センサーの制御信号に基づき自動で減光/器具に内蔵された段調光タイプの人感センサーの制御信号に基づき自動で減光

#### ⑨：制御等の有無（明るさ検知制御）

● 明るさ検知制御を採用している場合、以下の選択肢から制御方式を選択し、その名称を文字列で入力。

- 調光方式：連続調光型の明るさセンサーの制御信号に基づき調光
- 調光方式（自動制御ブラインド併用）：連続調光型の明るさセンサーの制御信号に基づき、自動制御ブラインドを併用
- 点滅方式：以下のいずれかに該当する方式
  - 連続調光型の明るさセンサーの制御信号に基づき点滅
  - 自動点滅器の明るさ検知によって自動で点滅
  - 熱線式自動スイッチの明るさ検知によって自動で点滅
- 無：上記以外。

BEFORE  
基準相当

様式 4. (照明)照明入力例

①	①	①	①	①	①	①	室指数			照明器具仕様			制御等の有無			
							②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪
階	室名	建物用途	室用途	室面積 [㎡]	階高 [m]	天井高 [m]	開口面積の割合 [%]	窓の感度 [%]	線径 [mm]	機器名称 (照明器具表の記号等)	定格消費電力 [W/台]	台数 [台]	在室検知制御 (選択)	明るさ検知制御 (選択)	タイムスケジュール制御 (選択)	初期照度補正機能 (選択)
1F	打合せスペース	事務所等	会議室	21.13	3.8	3.1	3.25	6.5			48	5	無	無	無	無
1F	トイレ(女)	事務所等	便所	6.5	3.8	2.8	3.25	2			35	2	無	無	無	無
1F	トイレ(男)	事務所等	便所	5.17	3.8	2.8	2.65	1.95			35	2	無	無	無	無
1F	湯沸室	事務所等	湯沸室等	2.73	3.8	2.8	1.4	1.95			48	1	無	無	無	無
1F	トイレ前通路	事務所等	廊下	5.85	3.8	3.1	1.3	4.5		FRS15-321	35	2	無	無	無	無
1F	ホール	事務所等	ロビー	48.8	3.8	3.1			1.1		87	11	無	無	無	無
1F	階段室	事務所等	廊下	23.4	3.8	3.8	3.6	6.5		K1-FBF15-321	35	5	無	無	無	無
1F	事務室	事務所等	事務室	442.32	3.8	2.8	18.43	24			95	76	無	無	無	無
2F	更衣・休憩(女)	事務所等	更衣室又は倉庫	13	3.6	2.6	6.5	2			48	2	無	無	無	無
2F	更衣・休憩(男)	事務所等	更衣室又は倉庫	11.85	3.6	2.6	3.95	3			48	2	無	無	無	無
2F	トイレ(男)	事務所等	便所	8.46	3.6	2.6		0.5			35	3	無	無	無	無
2F	トイレ(女)	事務所等	便所	8.8	3.6	2.6	4	2.2			35	3	無	無	無	無
2F	湯沸室	事務所等	湯沸室等	2.86	3.6	2.6	2.2	1.3			48	1	無	無	無	無
2F	トイレ前通路	事務所等	廊下	13.52	3.6	2.6		0.7		FRS15-321	35	3	無	無	無	無
2F	ホール横通路	事務所等	廊下	18.85	3.6	2.6	2.9	6.5			35	4	無	無	無	無
2F	ホール	事務所等	ロビー	12.6	3.6	2.6	4.5	2.8			87	3	無	無	無	無
2F	階段室	事務所等	廊下	23.4	3.6	3.6	3.6	6.5		K1-FBF15-321	35	5	無	無	無	無
2F	事務室	事務所等	事務室	442.32	3.6	2.6	18.43	24			95	76	無	無	無	無
3F	更衣・休憩(女)	事務所等	更衣室又は倉庫	13	3.6	2.6	6.5	2			48	2	無	無	無	無
3F	更衣・休憩(男)	事務所等	更衣室又は倉庫	11.85	3.6	2.6	3.95	3			48	2	無	無	無	無
3F	トイレ(男)	事務所等	便所	8.46	3.6	2.6		0.5			35	3	無	無	無	無
3F	トイレ(女)	事務所等	便所	8.8	3.6	2.6	4	2.2			35	3	無	無	無	無
3F	湯沸室	事務所等	湯沸室等	2.86	3.6	2.6	2.2	1.3			48	1	無	無	無	無
3F	トイレ前通路	事務所等	廊下	13.52	3.6	2.6		0.7		FRS15-321	35	3	無	無	無	無
3F	ホール横通路	事務所等	廊下	18.85	3.6	2.6	2.9	6.5			35	4	無	無	無	無
3F	ホール	事務所等	ロビー	12.6	3.6	2.6	4.5	2.8			87	3	無	無	無	無
3F	階段室	事務所等	廊下	23.4	3.6	3.6	3.6	6.5		K1-FBF15-321	35	5	無	無	無	無
3F	事務室	事務所等	事務室	442.32	3.6	2.6	18.43	24			95	76	無	無	無	無
RF	ホール	事務所等	ロビー	12.6	3.6	2.6	4.5	2.8			87	3	無	無	無	無
RF	階段室	事務所等	廊下	23.4	3.6	3.6	3.6	6.5		K1-FBF15-321	35	5	無	無	無	無

<「様式 4. (照明)照明入力シート」に対応>

⑩：制御等の有無（タイムスケジュール制御）

- タイムスケジュール制御を採用している場合、以下の選択肢から制御方式を選択し、その名称を文字列で入力。
  - 減光方式：予め設定された時間に応じて照明器具を減光する方式
  - 点滅方式：予め設定された時間に応じて照明器具を点滅する方式
  - 無：上記以外。

⑪：制御等の有無（初期照度補正機能）

- 初期照度補正を採用している場合、以下の選択肢から制御方式を選択し、その名称を文字列で入力。
  - タイマ方式(LED)：LED照明器具を対象とした内蔵タイマにより光束を一定に保つ方式
  - タイマ方式(蛍光灯)：蛍光灯器具を対象とした内蔵タイマにより光束を一定に保つ方式
  - センサ方式(LED)：LED照明器具を対象とした明るさセンサを用いて光束を一定に保つ方式
  - センサ方式(蛍光灯)：蛍光灯器具を対象とした明るさセンサを用いて光束を一定に保つ方式
  - 無：上記以外。



様式 4. (照明)照明入力例

AFTER(ZEB Ready相当)

① 階 (転記)	① 室名 (転記)	① 建物用途 (転記)	① 室用途 (転記)	① 室面積 [m²] (転記)	① 階高 [m] (転記)	① 天井高 [m] (転記)	② 室指数			⑤ 照明器具仕様			⑧ 制御等の有無			
							② 開口率 [%] (転記)	③ 窓高 [m] (転記)	④ 窓面積 [m²] (転記)	⑤ 機器名称 (照明器具表 の記号等)	⑥ 定格消費 電力 [W/台] (転記)	⑦ 台数 [台] (転記)	⑧ 入室検知制御 (選択)	⑨ 明るさ検知制 御 (選択)	⑩ タイムスケ ジュール制御 (選択)	⑪ 初期照度補 正機能 (選択)
1F	打合せスペース	事務所等	会議室	21.13	3.8	3.1	3.3	6.5		LED照明	47	5	無	点滅方式	無	タイマ方式(LED)
1F	トイレ(女)	事務所等	便所	6.5	3.8	2.8	3.3	2		LED照明	19.9	2	点滅方式	無	無	無
1F	トイレ(男)	事務所等	便所	5.17	3.8	2.8	2.7	2		LED照明	19.9	2	点滅方式	無	無	無
1F	湯沸室	事務所等	湯沸室等	2.73	3.8	2.8	1.4	2		LED照明	19.9	1	点滅方式	無	無	無
1F	トイレ前通路	事務所等	廊下	5.85	3.8	3.1	1.3	4.5		LED照明	19.9	2	無	無	点滅方式	タイマ方式(LED)
1F	ホール	事務所等	ロビー	48.8	3.8	3.1			1.1	LED照明	81	11	無	無	点滅方式	タイマ方式(LED)
1F	階段室	事務所等	廊下	23.4	3.8	3.8	3.6	6.5		LED照明	19.9	5	無	無	点滅方式	タイマ方式(LED)
1F	事務室	事務所等	事務室	442.32	3.8	2.8	18.4	24		LED照明	47	100	無	点滅方式	無	タイマ方式(LED)
2F	更衣・休憩(女)	事務所等	更衣室又は倉庫	13	3.6	2.6	6.5	2		LED照明	47	2	無	無	無	タイマ方式(LED)
2F	更衣・休憩(男)	事務所等	更衣室又は倉庫	11.85	3.6	2.6	4	3		LED照明	47	2	無	無	無	タイマ方式(LED)
2F	トイレ(男)	事務所等	便所	8.46	3.6	2.6			0.5	LED照明	19.9	3	点滅方式	無	無	無
2F	トイレ(女)	事務所等	便所	8.8	3.6	2.6	4	2.2		LED照明	19.9	3	点滅方式	無	無	無
2F	湯沸室	事務所等	湯沸室等	2.86	3.6	2.6	2.2	1.3		LED照明	19.9	1	点滅方式	無	無	無
2F	トイレ前通路	事務所等	廊下	13.52	3.6	2.6			0.7	LED照明	19.9	3	無	無	点滅方式	タイマ方式(LED)
2F	ホール横通路	事務所等	廊下	18.85	3.6	2.6	2.9	6.5		LED照明	19.9	4	無	無	点滅方式	タイマ方式(LED)
2F	ホール	事務所等	ロビー	12.6	3.6	2.6	4.5	2.8		LED照明	81	3	無	無	点滅方式	タイマ方式(LED)
2F	階段室	事務所等	廊下	23.4	3.6	3.6	3.6	6.5		LED照明	19.9	5	無	無	点滅方式	タイマ方式(LED)
2F	事務室	事務所等	事務室	442.32	3.6	2.6	18.4	24		LED照明	47	100	無	点滅方式	無	タイマ方式(LED)
3F	更衣・休憩(女)	事務所等	更衣室又は倉庫	13	3.6	2.6	6.5	2		LED照明	47	2	無	無	無	タイマ方式(LED)
3F	更衣・休憩(男)	事務所等	更衣室又は倉庫	11.85	3.6	2.6	4	3		LED照明	47	2	無	無	無	タイマ方式(LED)
3F	トイレ(男)	事務所等	便所	8.46	3.6	2.6			0.5	LED照明	19.9	3	点滅方式	無	無	無
3F	トイレ(女)	事務所等	便所	8.8	3.6	2.6	4	2.2		LED照明	19.9	3	点滅方式	無	無	無
3F	湯沸室	事務所等	湯沸室等	2.86	3.6	2.6	2.2	1.3		LED照明	19.9	1	点滅方式	無	無	無
3F	トイレ前通路	事務所等	廊下	13.52	3.6	2.6			0.7	LED照明	19.9	3	無	無	点滅方式	タイマ方式(LED)
3F	ホール横通路	事務所等	廊下	18.85	3.6	2.6	2.9	6.5		LED照明	19.9	4	無	無	点滅方式	タイマ方式(LED)
3F	ホール	事務所等	ロビー	12.6	3.6	2.6	4.5	2.8		LED照明	81	3	無	無	点滅方式	タイマ方式(LED)
3F	階段室	事務所等	廊下	23.4	3.6	3.6	3.6	6.5		LED照明	19.9	5	無	無	点滅方式	タイマ方式(LED)
3F	事務室	事務所等	事務室	442.32	3.6	2.6	18.4	24		LED照明	47	100	無	点滅方式	無	タイマ方式(LED)
RF	ホール	事務所等	ロビー	12.6	3.6	2.6	4.5	2.8		LED照明	81	3	無	無	点滅方式	タイマ方式(LED)
RF	階段室	事務所等	廊下	23.4	3.6	3.6	3.6	6.5		LED照明	19.9	5	無	無	点滅方式	タイマ方式(LED)



#### 換気設備の高効率化に向けたアプローチ

##### 換気エネルギーを上手に制御する

- 換気設備は、常時運転とするのではなく、目的に合わせ、適切な制御を行うことで省エネを図ることができる。建築物全体の風量バランスを考慮して、空調設備との調和のとれたものとするのが望ましい。
- 居室・共用部の換気：窓の利用、吹き抜け天井への工夫等、ビル建築構造に着目し、換気設備の運転を止めるまたは減らすための建築的工夫が求められる。
- 厨房の換気：燃焼排ガスの排出を目的とし、厨房機器（ガス燃焼）の使用に連動したきめ細やかな制御が求められる。悪臭の除去には、常時、適量の換気が望ましい。
- 電気室・機械室の換気：電気設備等（変圧機等）から発生する熱の除去を目的とし、負荷・発熱に応じた制御が求められる。また、夜間等は室温との連動システム等を行い、大幅削減が可能である。
- 駐車場の換気：自動車排気ガス中の有毒成分（主としてCOガス）の除去を目的とし、建築基準法で定められた最低換気回数を満たすことが求められる。
- 衛生設備機械室（地下受水槽・汚水槽等の収納室）の換気：通気管の外気への連結を確認し、有害ガスの地下室への漏出がない場合、湿分の管理のための換気回数で十分である。

## 換気設備の目標レベル

- ZEB Ready（省エネルギー率50%）を実現するビルを目指す場合、**換気BEIで1.00～0.90程度（基準値に比べ10%換気エネルギー消費量を削減する：ケーススタディにおける実例は以降を参照）**の換気設備の導入が求められる。

## 技術の具体例・エネルギー消費性能計算プログラムにおける計算例

- 換気設備は、①機器による手法（換気設備（モーター）そのものを高効率化する）、②運転・制御（一般換気）による手法（制御による高効率化）、③運転・制御（厨房）による手法（制御による高効率化）等が挙げられる。

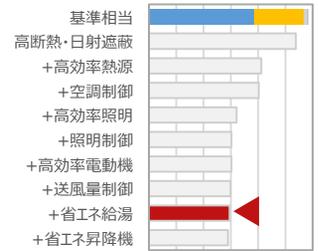
### ZEB Ready技術の具体例（橙色の技術は本ケーススタディで採用した技術）

○：評価可能な技術 △：評価にあたり留意が必要な技術 ×：評価が難しい技術

換気設備の省エネ化（例）		エネルギー消費性能計算プログラム	省エネ効果（目安）	概算費用増分（目安）
①機器	高効率電動機	高効率ファン	○	BEFOREモデルとの性能差なし
		機械室・電気室の温度制御	○	
②運転・制御 （一般換気）	（ケーススタディの対象外） 送風量制御	ファンの手動調整用インバータ	○	
		駐車場ファンのCOまたはCO <sub>2</sub> 濃度制御	○	
		気流感創出ファン・サーキュレーションファン	△ 循環として入力	
		置換換気システム	×	
		人感センサーによる換気制御	×	
		熱源機械室ファンの燃焼機器等連動停止制御	×	
		③運転・制御 （厨房）		
高効率厨房換気システム	×			
厨房外調機の換気モード切替制御	×			

# 4章 設備省エネルギー技術（アクティブ技術）

## 4.4 給湯設備



### 給湯設備の高効率化に向けたアプローチ

#### 給湯システムの選定（給湯機器）

- オフィスビルでは、給湯室での飲料給湯または洗い物用の給湯への使用が想定される。これらの用途の場合は、使用量はそれほど多くなく利用時間も短いため、局所給湯方式が一般的である。
- 給湯室へのガス給湯器の設置は、排気ガス換気の問題や安全性の観点からあまり好まれていない。近年では電気温水器を用いることが多く、飲雑両面タイプや、タイマーを内蔵し利用の少ない時間は通電を停止し、省エネ運転が可能なものがある。

出所) 「建築家のためのオフィスビル設備設計ノート」, 和久昭夫

#### 給湯設備の目標レベル

- ZEB Ready（省エネルギー率50%）を実現するビルを目指す場合、**給湯BEIで0.90程度（基準値に比べ10%給湯エネルギー消費量を削減する：ケーススタディにおける事例は以降を参照）**の給湯設備の導入が求められる。

#### 技術の具体例・エネルギー消費性能計算プログラムにおける計算例

- 給湯設備は、前述の通り、①機器による手法（給湯設備（熱源）そのものを高効率化する）、②節湯システムによる手法（節湯）等が挙げられる。
- 主な給湯設備の省エネ効果の目安、概算費用の目安は以下の通り。エネルギー消費性能計算プログラム（非住宅版）Ver.2.4.0（2017.10）を活用した反映方法は、次頁以降を参照されたい。

#### ZEB Ready技術の具体例（橙色の技術は本ケーススタディで採用した技術）

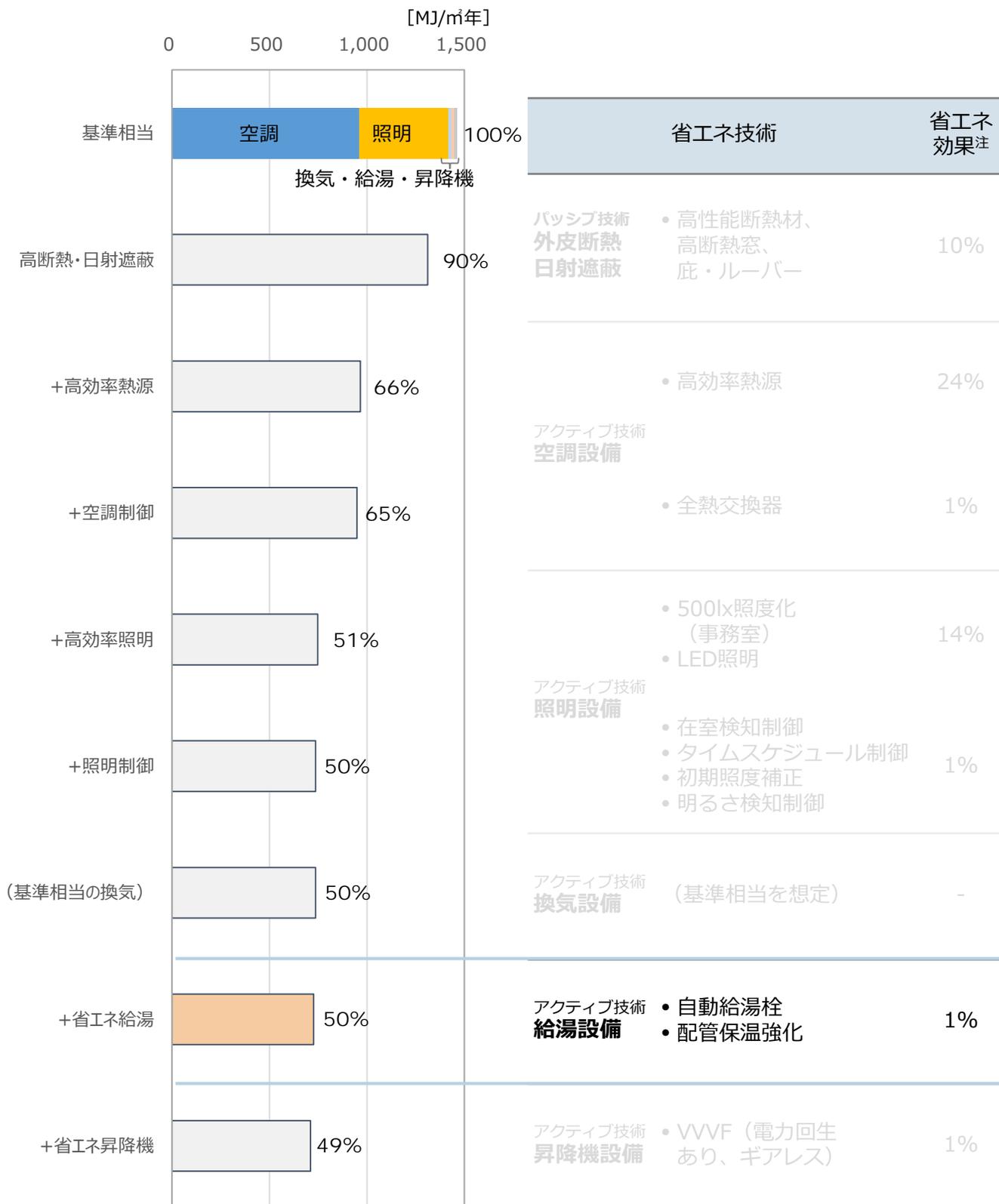
○：評価可能な技術 △：評価にあたり留意が必要な技術 ×：評価が難しい技術

給湯設備の省エネ化（例）		エネルギー消費性能計算プログラム	省エネ効果（目安）	概算費用増分（目安）
①機器	省エネ給湯	高効率給湯ヒートポンプユニット	○	BEFOREモデルとの性能差なし
		自然冷媒ヒートポンプ給湯器	○	
		潜熱回収給湯器	○	
②節湯	省エネ給湯	洗面器の自動水栓 配管保温強化	△	1% 1.7百万円

出所) ZEBロードマップ検討委員会 委員提供資料に基づき作成

## 事務所ビルのZEB Ready実現に向けたケーススタディ結果

注) 「省エネ効果」は他の省エネ技術との複合効果であることから、技術単体の省エネ効果の積算とは必ずしも一致しない



# 1) 自動給湯栓の導入

## <エネルギー消費性能計算プログラムでの評価例： 「様式 5-1. (給湯) 給湯対象室入力シート」に対応>



### ③：節湯器具

- 節湯器具の採否について、節湯器具を採用している場合は表1-5-1「節湯器具の具体的仕様」の選択肢から該当する器具を選択し、採用していない場合は「無」を入力する。
  - 自動給湯栓：洗面に設置され、使用と共に自動で止水する給湯栓。電氣的に開閉し、手を遠ざけると自動で止水するもの。なお、公衆浴場等で使用される自閉式水栓（一定時間量を吐出した後自動で止水する水栓）については、広く普及しており、日積算湯使用量原単位の中にその節湯効果が既に見込まれているため、「自動給湯栓」とはみなさないこととする。
  - 節湯B1：浴室シャワー水栓において、「小流量吐水機構を有する水栓の適合条件」を満たす湯水混合水栓（※小流量吐水機構を有する水栓の適合条件）
    - 節湯水栓の判断基準に定められた試験方法にて吐水力を測定し、その値が次の条件に適合すること。
    - 流水中に空気を混入させる構造を持たないもの → 0.60 N 以上
    - 流水中に空気を混入させる構造を持つもの → 0.55 N 以上
  - 無：上記の機構を有する水栓以外すべて

BEFORE  
基準相当

様式5-1. (給湯) 給湯対象室入力例

① 階 (転記)	① 室名 (転記)	① 建物用途 (転記)	① 室用途 (転記)	① 室面積 (転記)	② 給湯箇所 (給湯栓設置箇所)	③ 節湯器具 (選択)	④ 給湯機器名称 (転記)
			<i>This page is intentionally left blank</i>				
1F	打合せスペース	事務所等	会議室	21.13	湯沸室	無	EH1
1F	事務室	事務所等	事務室	442.32	湯沸室	無	EH1
2F	事務室	事務所等	事務室	442.32	湯沸室	無	EH2
3F	事務室	事務所等	事務室	442.32	湯沸室	無	EH3

AFTER (ZEB Ready相当)

様式5-1. (給湯) 給湯対象室入力例

① 階 (転記)	① 室名 (転記)	① 建物用途 (転記)	① 室用途 (転記)	① 室面積 [m <sup>2</sup> ] (転記)	② 給湯箇所 (給湯栓設置箇所)	③ 節湯器具 (選択)	④ 給湯機器名称 (転記)
1F	打合せスペース	事務所等	会議室	21.13	湯沸室	自動給湯栓	EH1
1F	事務室	事務所等	事務室	442.32	湯沸室	自動給湯栓	EH1
2F	事務室	事務所等	事務室	442.32	湯沸室	自動給湯栓	EH2
3F	事務室	事務所等	事務室	442.32	湯沸室	自動給湯栓	EH3

## 4章 設備省エネルギー技術（アクティブ技術）

### 4.5 昇降機設備

#### 昇降機設備の高効率化に向けたアプローチ



#### エレベータの可変電圧可変周波数制御（VVVF制御）

- 可変電圧可変周波数制御の導入により、速度制御が容易になるため着床性能および乗り心地が改善されるとともに、走行時間が短縮される。また、制御性能が向上することにより、巻上機システムの効率化（ギアをウォームからヘリカルに変える等）が図られ、省エネが可能となる。

#### エレベータの電力回生制御

- エレベータが空で上昇したり、満員で下降したりする場合、電動機を制動させる力が必要になることから、電動機を発電機として運転し、回生電力を発生させている。電力回生制御では、ニッケル水素蓄電池に電力を蓄えておき、電動機駆動時にその回生電力を有効利用する技術である。これにより、省エネルギーになるとともに、停電時でも10分程度の低速運転が可能となる。

#### エレベータの群管理制御

- ビルの高層化、大型化、インテリジェント化に伴い、複数代のエレベータを一つの制御グループとして考え、待ち時間に配慮し効率よく運転させる群管理制御が導入されている。群管理制御は、適切なプログラムにより、無駄な運転のない制御でエネルギーを減らすとともに、待ち時間を大幅に短縮することが可能である。

#### エスカレータの自動運転方式

- 自動運転装置は、エスカレータ乗り場の手前に光電ポストを設置し、乗客の乗り込みを人感センサーで感知して自動的に運転を開始し、一定時間乗降客がない状態が続くと停止する技術である。

## 昇降機設備の目標レベル

- ZEB Ready（省エネルギー率50%）を実現するビルを目指す場合、**昇降機BEIで0.90程度（基準値に比べ10%昇降機エネルギー消費量を削減する）**の昇降機設備の導入が求められる。

## 技術の具体例・エネルギー消費性能計算プログラムにおける計算例

- 主な昇降機設備の省エネ効果の目安、概算費用の目安は以下の通り。エネルギー消費性能計算プログラム（非住宅版）Ver.2.4.0（2017.10）を活用した反映方法は、次頁以降を参照されたい。

### ZEB Ready技術の具体例（橙色の技術は本ケーススタディで採用した技術）

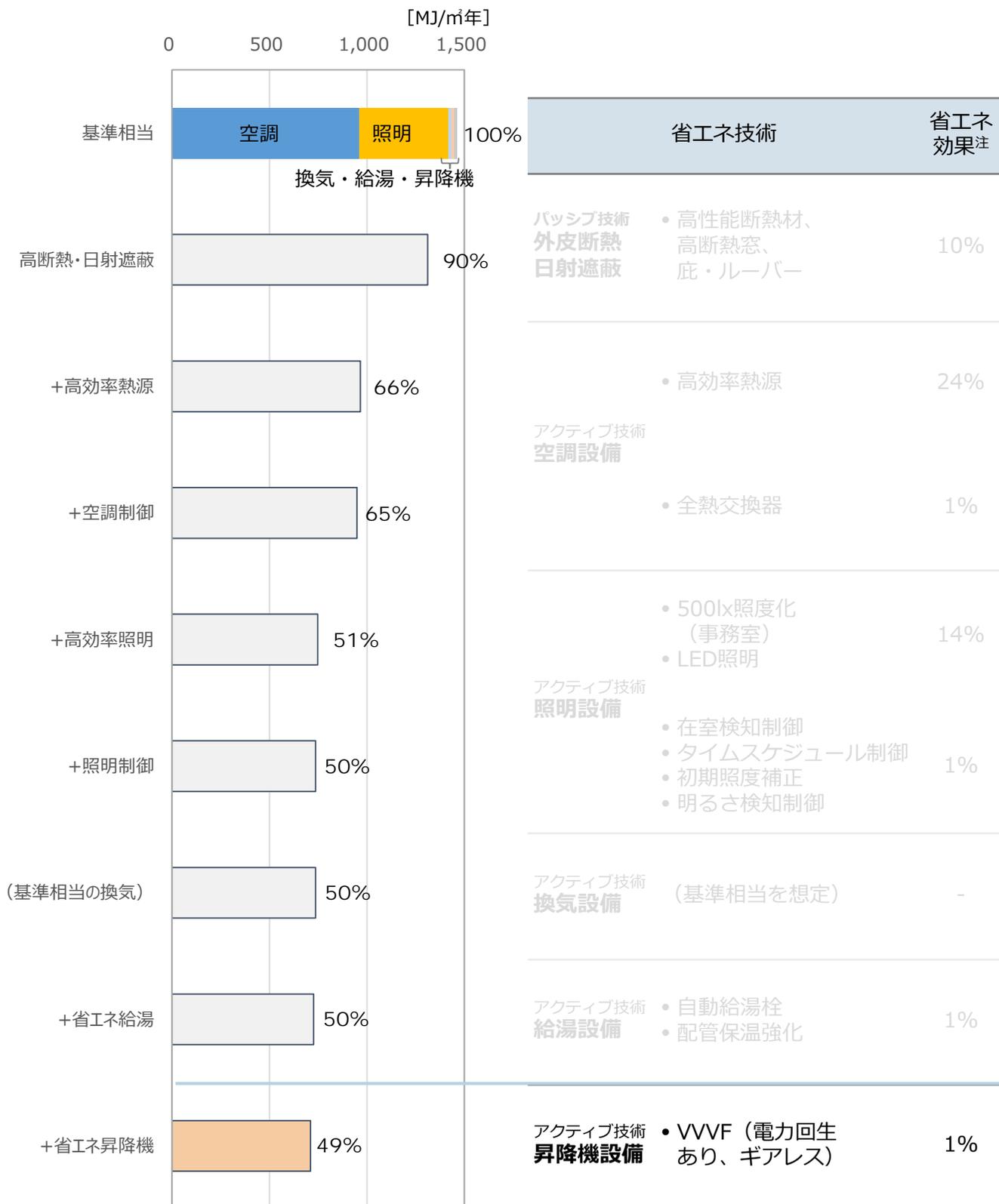
○：評価可能な技術 △：評価にあたり留意が必要な技術 ×：評価が難しい技術

昇降機設備の省エネ化（例）		エネルギー消費性能計算プログラム	省エネ効果（目安）	概算費用増分（目安）	
① エレベータ	省エネ昇降機	1) 可変電圧可変周波数制御方式	○	1%	0%
	省エネ昇降機 (ケーススタディの対象外)	2) 電力回生制御	○		
3) 群管理制御		×			
4) 自動運転方式／微速運転方式		×			
② エスカレータ					

出所) ZEBロードマップ検討委員会 委員提供資料に基づき作成

## 事務所ビルのZEB Ready実現に向けたケーススタディ結果

注) 「省エネ効果」は他の省エネ技術との複合効果であることから、技術単体の省エネ効果の積算とは必ずしも一致しない





## 1) 省エネ昇降機（可変電圧可変周波数制御方式、電力回生制御）

### <「様式6（昇降機）昇降機入力シート」に対応>

#### ⑦：速度制御方式

- 以下の選択肢から選択し、文字列で入力する。なお「VVVF（電力回生あり、ギアレス）」等の「（）」、「」は半角文字とし、「〔 〕」は全角文字とする。
  - VVVF（電力回生あり、ギアレス）：可変電圧可変周波数制御方式（電力回生あり、かつギアレス巻上機）を導入する場合（係数1/50）
  - VVVF（電力回生あり）：可変電圧可変周波数制御方式（電力回生あり）を導入する場合（係数1/45）
  - VVVF（電力回生なし、ギアレス）：可変電圧可変周波数制御方式（電力回生なし、かつギアレス巻上機）を導入する場合（係数1/45）
  - VVVF（電力回生なし）：可変電圧可変周波数制御方式（電力回生なし）を導入する場合（係数1/40）
  - 交流帰還制御：交流帰還制御方式を導入する場合（係数1/20）  
 ※ワードレオナード式、静止レオナード方式（サイリスタレオナード方式）、交流二段方式が採用されている場合も、「交流帰還制御」を選択する

様式6（昇降機）昇降機入力例

BEFORE  
基準相当

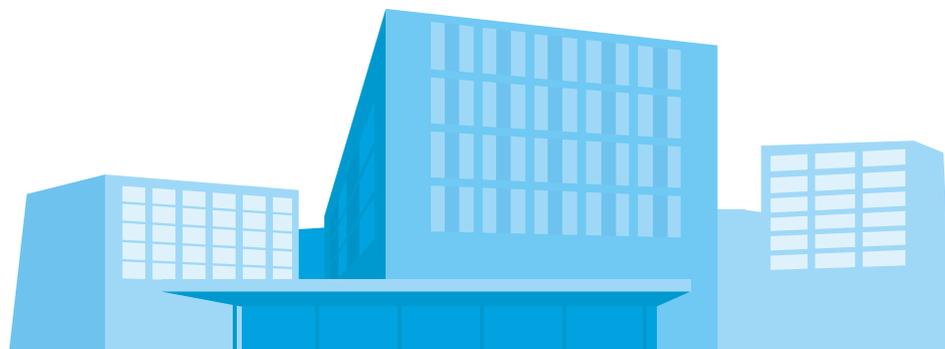
主要な対象室				②	③	④	⑤	⑥	⑦
① 階  (転記)	① 室名  (転記)	① 建物用途  (転記)	① 室用途  (転記)	機器名称  (機器表の記号等)	台数  [台]	積載量  [kg]	速度  [m/min]	輸送能力係数  [-]	速度制御方式  (選択)
3F	事務室	事務所等	事務室	事務所3階建モデル常用EV1台	1	600	45	1	交流帰還制御

様式6（昇降機）昇降機入力例

AFTER(ZEB Ready相当)

主要な対象室				②	③	④	⑤	⑥	⑦
① 階  (転記)	① 室名  (転記)	① 建物用途  (転記)	① 室用途  (転記)	機器名称  (機器表の記号等)	台数  [台]	積載量  [kg]	速度  [m/min]	輸送能力係数  [-]	速度制御方式  (選択)
3F	事務室	事務所等	事務室	事務所3階建モデル常用EV1台	1	600	45	1	VVVF(電力回生あり)

## 第 5 章



再生可能エネルギー技術（アクティブ技術）

# 5章 再生可能エネルギー技術（アクティブ技術）

## 5.1 太陽光発電

### 技術の導入目的

#### 太陽光によりエネルギーを創出する

- 太陽からは、莫大な量のエネルギーが地球に降り注いでいる。太陽エネルギーの恩恵は、あらゆる場所で受けられることから、再生可能エネルギーの中で最も汎用化が進んでいる。
- 太陽光発電設備によって、太陽エネルギーの使用可能エネルギーを算定するには、各種の制約要因を考慮しなくてはならない。主なものとしては、電気への変換効率等、現段階での技術的な制約、設置場所に係る制約、価格に係る制約等が該当する。都市部においては、周辺建物による日影、積雪地帯では積等、地域特有の制約もあることから、太陽エネルギーの利用量の算出にはこれらを勘案して推定する必要がある。

#### 太陽光発電の導入に関する制約要因

太陽光 発電設備	技術面	電池材質	多結晶シリコン、単結晶シリコン、CIS等
		設置形	架台設置形、屋根置き形、建材一体形等
	経済面	システム価格	電池材質や設置形によって価格が異なる
		売買価格	売買価格の設定値によってキャッシュフローと導入へのインセンティブが変わる
	社会面	建築基準法	建築物の高さ、建ぺい率、容積率の制限
		都市計画法	建築物の高さの制限
		電気事業法	1,000kW以上の場合、電気主任技術者の選任が必要
	環境面	日射量	日射量の多少によって発電量が変化する
		気温	高温になる程、発電効率が低下する
		受光障害	建物、樹木、山等の陰になることで発電量が低下する
		積雪	積雪によって冬期の発電量が低下する

出所) 丹羽英治『エネルギー自立型建築』工作舎/2013年

## 太陽光発電の高効率化に関する要素

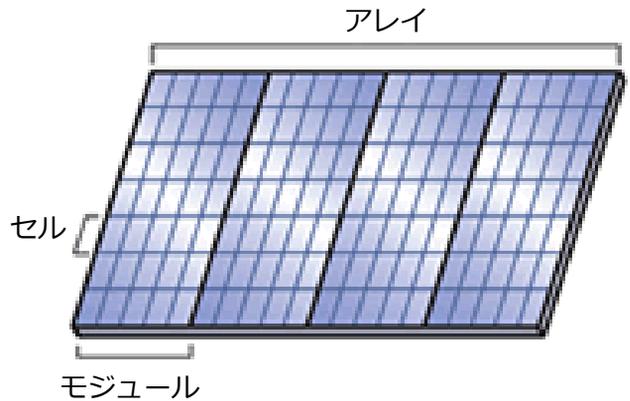
### 太陽電池の種類

- 太陽電池は大きく分類すると「シリコン系」と「化合物系」に分類でき、それぞれ特徴がある。現在中心となっているのは、シリコン単結晶、シリコン多結晶、アモルファス、及びこれらを組み合わせたハイブリッド型である。

シリコン系	単結晶	変換効率が高く昔から使われている。
	多結晶	費用等の諸要素から現在の主流。
	アモルファス	加工性、大量生産に向いている。
化合物系	単結晶	変換効率が高いが高価。宇宙用。
	多結晶	大面積化や量産化に向いている。

### セル、モジュール、アレイの種類

- セル  
太陽電池の基本単位で、太陽電池素子そのものをセルと呼ぶ。1セルの出力電圧は通常0.5～1.0V程度である。
- モジュール  
セルを必要枚配列し、樹脂や強化ガラス等で保護し、屋外で利用できるようにパッケージ化したもの。また、このモジュールは太陽電池パネルとも呼ばれる。
- アレイ  
モジュール（パネル）を複数枚並べて接続したもの。



### 発電量の目安

- 太陽光発電の発電量は、太陽電池（モジュール）の大きさや枚数に比例する。つまり、少なれば発電量が少なく、多くなれば発電量も増える。発電効率そのものは、モジュールの大きさや枚数によって変わることはない。したがって、建物の発電量に応じた大きさや枚数のモジュールを設置すれば良い。

#### <太陽電池容量の計算方法>

- 太陽電池容量 = モジュールの公称最大出力 × 設置枚数
- つまり、公称最大出力180Wのモジュールを10枚設置すると180W × 10枚 = 1.8kW となる。

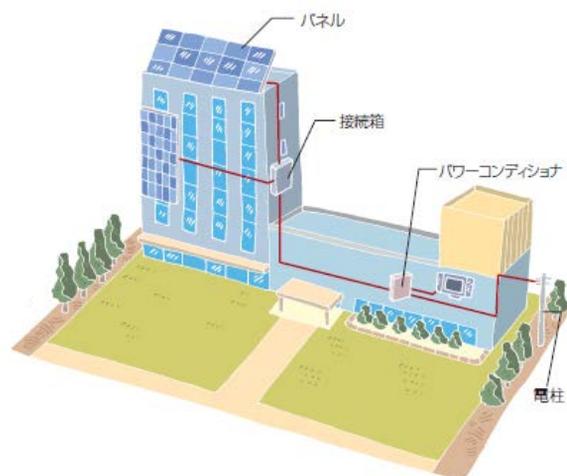
#### <太陽光発電システムの出力>

- 実際の太陽光発電システムの出力は、前記の計算通りにはならないのが実態。晴天時での出力（瞬間値）は、太陽電池容量の約60～80%を目安として考えられる。これは以下の要因により発生電力の損失が考えられるためである。
  - 日射量（地域、季節、時刻、天候等）の変化
  - 素子温度の上昇（太陽電池は温度が上昇すると効率が下がる）
  - 設置条件（角度、周囲環境等）
  - 直流電力を交流電力に変換するパワーコンディショナでの損失

## 太陽光発電システムの構成例

### 系統連系型

- 一般的な構成例であり、太陽電池モジュールで発電した電力を内部で使用する。ただし、発電量が足りない場合は、従来通り電力会社の電力を使用し、余剰電力が生じた場合には電力会社に売電することができる。系統連系の種類には、オフィスビル、工場等の高圧連系、一般住宅用の低圧連系等がある。
- 当該システムは、オフィスビル、工場、店舗、倉庫等で適用される。



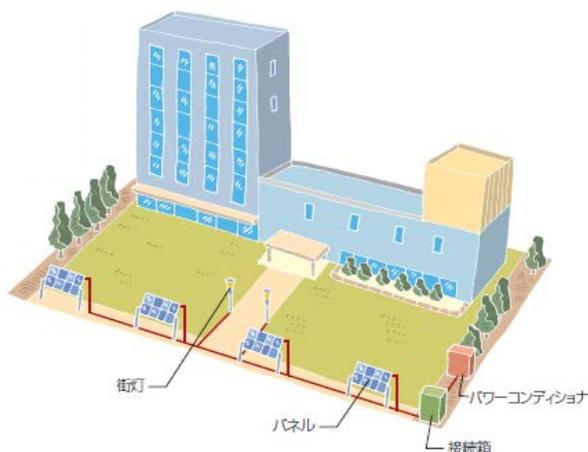
### 防災型

- 基本的には「系統連系型」と同じであるが、この構成に蓄電池を併設しておき、災害等で電力会社の商用電力が万一停電になった場合も、予め設計時に使用予定の特定負荷に電力を供給し、非常用として使用することができるシステムである。
- 当該システムは、病院、学校、公共施設等で適用される。



### 独立型

- 電力会社との連系がないためシステム構成はシンプルになっている。例では街路灯の電源として太陽光発電システムを使っているが、夜も点灯させるには蓄電池を設置しなければならない。
- 当該システムは、街路灯、標識、時計、送電設備のない地域での施設等で適用される。



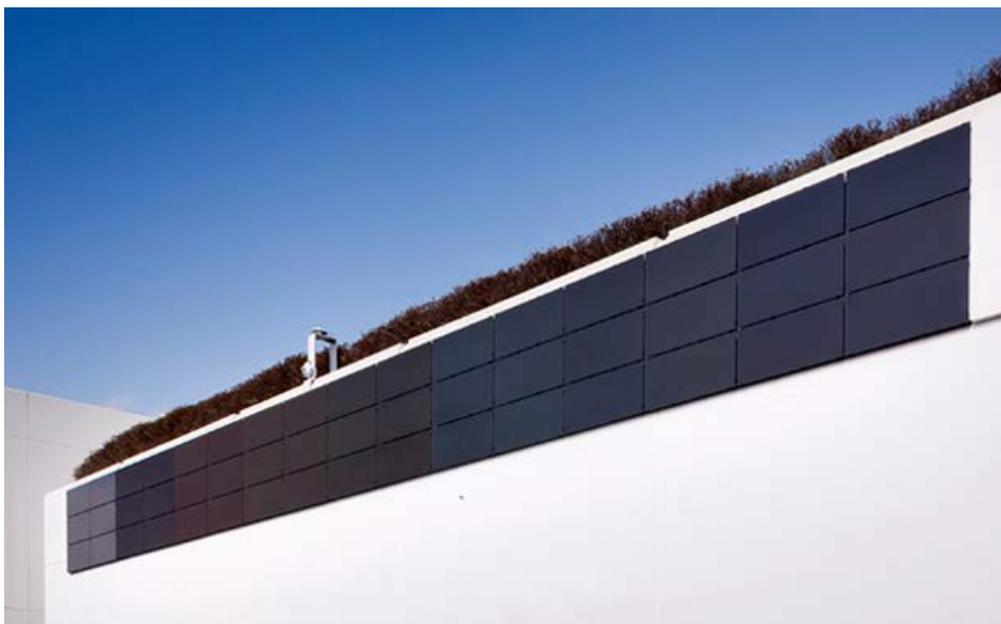
※再生可能エネルギー技術は、太陽光発電システム以外にも風力発電やバイオマス発電等があり、NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）等での技術開発支援が行われている。ZEB実証事業等での導入事例が増えた際には、本ガイドラインに追記することとしたい。

## Column

### 建材一体型の再生可能エネルギー技術の実証（例）： 壁面設置型の太陽光発電システム

- ZEBの推進には、建物の屋上だけでなく、壁面にも太陽光発電システムを導入し、建築物のエネルギー自給率を高めることが重要である。しかし、建物壁面への設置は、太陽電池モジュールから周囲への太陽光反射による光害等が発生することがあるため、導入においては検討が必要である。これまでNEDOとカネカは、太陽電池モジュール表面の凹凸構造によって光散乱させ正反射を低減させるとともに、太陽電池モジュールの内部に光を閉じ込める技術を用いて発電効率を高めた低反射モジュールを開発し、カネカソーラーエネルギー事業部技術センター実証棟において、モジュールの表面構造の最適化等の評価を進めている。
- また、同社は、「太陽光発電多用途化実証プロジェクト」で、防眩機能を有し、意匠性を高めた壁面設置型の低反射環境配慮型太陽光発電システムを大成建設技術センター内に設置し、発電特性等を確認する実証試験を実施している。
- 本システムは、壁面設置型の大きな課題である光害対策のための防眩機能を有し、また多彩な色をつけることで意匠性を高め、フレームレスで設置することが可能となっている。本実証試験では、色の自由度を高めた多彩な低反射モジュールの光を閉じ込める技術により、年間日射の大半が斜入射となる建物壁面設置の太陽光発電システムにおいて、年間発電量の向上を実証する計画である。本取組により、ZEBを実現する光害対策等の設置環境に配慮し、景観に調和した意匠性の高い壁面設置型の太陽光発電システムの実用化を目指している。

壁面に設置したさまざまな色の低反射モジュール



出所) 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構ニュースリリース (2016年2月25日)

※再生可能エネルギー技術は、太陽光発電システム以外にも風力発電やバイオマス発電等があり、NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）等での技術開発支援が行われている。ZEB実証事業等での導入事例が増えた際には、本ガイドラインに追記することとしたい。

## Column

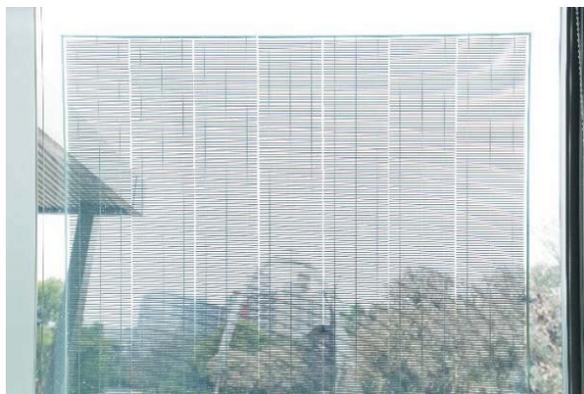
### 建材一体型の再生可能エネルギー技術の実証（例）： 窓面設置型の薄膜太陽光発電システム

- AGC旭硝子の省エネ窓改修用Low-Eガラスに太陽光発電機能を持たせた「アトッチ®（太陽光発電仕様）」が麒麟横浜ピアビレッジ（神奈川県横浜市）の試飲室に採用されている。麒麟横浜ピアビレッジは、エネルギーにやさしい工場を目指して改修されたが、試飲室の大開口部は南西向きで太陽光が強く入り、暑さを感じる等の課題があった。そこで、遮熱機能を持ち、視界を確保しながら太陽光発電を行うことができる製品を採用する必要があった。
- 本システムは、太陽光発電機能に加え、①室内側からの施工が可能のため足場の設置が不要であり、従来の窓改修よりも施工期間や費用を抑えることができる点、②ひと窓あたりの施工時間が短く、時間帯も選ばないため使用者の業務に支障をきたさずに施工ができる点、③夏の暑さや冬の寒さを和らげ、不快な結露を抑えられる点等が利点である。
- 「薄膜太陽電池普及拡大プロジェクト」とは、神奈川県が策定している「かながわスマートエネルギー計画」の取組の一環として、太陽光を中心に再生可能エネルギーの導入を促進するプロジェクトである。薄膜太陽電池の開発製品を建物の屋根や壁面、道路や鉄道の方面、遮光用ブラインド等、用途の多様化や価格の低下を促進するプロジェクトを公募し、事業者に対して支援を行っている。

麒麟横浜ピアビレッジの試飲室



アトッチ®（太陽光発電仕様）を施工した窓



出所 AGC旭硝子ニュースリリース（2016年4月27日）、  
「薄膜太陽電池普及拡大事業について」神奈川県（2016年7月1日）

- なお、建材一体型の太陽電池（Building-Integrated Photovoltaics : BIPV）については、太陽エネルギーデザイン研究会により、設計手法、施工方法、維持手法に加えて、国内外の施工事例をまとめた書籍が発刊されている。

※再生可能エネルギー技術は、太陽光発電システム以外にも風力発電やバイオマス発電等があり、NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）等での技術開発支援が行われている。ZEB実証事業等での導入事例が増えた際には、本ガイドラインに追記することとしたい。

Column

その他の再生可能エネルギー（例）：  
木質バイオマス発電システム

- 生長の家“森の中のオフィス”は、標高1,320mの冷涼な気候と日照率の高さ等を生かし、通風や自然採光、太陽熱利用等の自然エネルギーの活用による徹底した省エネを図り、さらに太陽光発電やバイオマス発電等の創エネ技術を積極的に採用することで、ゼロエネルギービルを実現している。
- 地元の豊富な資源を活用し、木質バイオマスを利用したエネルギーシステムを採用している。木質バイオマスガス化コージェネレーションは、地元製材所から出た端材等を使用した木質チップをガス化して発電するとともに、その排熱を得るシステムである。
- また、その排熱及び木質ペレットボイラーにより、給湯、暖房、敷地内のロードヒーティングに温水を供給することが可能である。



所在地：山梨県北杜市  
 主な用途：事務所  
 敷地面積：43,455.76㎡  
 延床面積：6,470㎡（駐車場棟、エネルギー棟除く）  
 構造：木造、一部鉄骨造  
 階数：2階建て

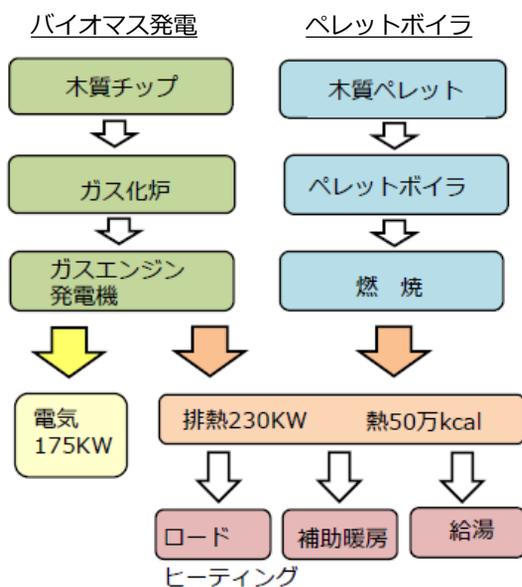
木質チップ



木質バイオマスガス化コージェネレーション

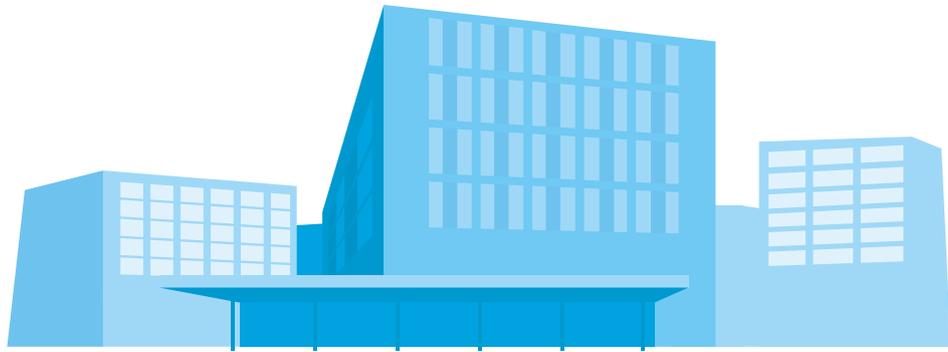


木質ペレット



「生長の家“森の中のオフィス”-日本初のゼロエネルギービル」  
 基本設計：野沢正光、高間三郎  
 設計・施工：清水建設株式会社

## 第6章



運用時の省エネルギー技術（マネジメント）

## 6章 運用時の省エネルギー技術（マネジメント）

### 6.1 運用時の省エネルギーの必要性

#### 運用時の省エネルギーの必要性

- 省エネ対策の実効性をより高めるためには、設計段階と運用段階を一体的に実行していくことが重要となる。
- 建物は、竣工時、試運転調整がおこなわれ施主に引き渡されるが、このときの調整は設計条件によるピーク負荷を想定したもので設定されており、竣工時の調整のままで運転されていることも多い。建物特性は個々により違っており、これらの特性は竣工後、運用管理され使い込まれているうちに徐々に明らかになってくる。また、テナント等の要求事項も年々変化するため、実際の使用人員、OA機器による室内発熱等現実のビルの特性を把握することにより、無駄のない調整・運転が見えてくる。そのため、建物の特性を把握し、これに合わせて自分たちに使いやすいように設備機器・システムを自前調整すること「省エネチューニング」が建物の運用・管理に求められている。
- 「ZEBロードマップ検討委員会 とりまとめ（2015年12月）」（P17）においても、以下の記述もあることから、設計段階だけでなく、運用段階における省エネルギー対策についても、効果的に導入を図っていくことが望ましい。

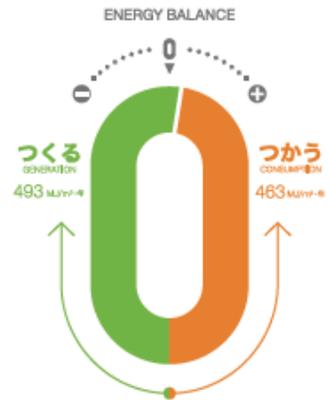
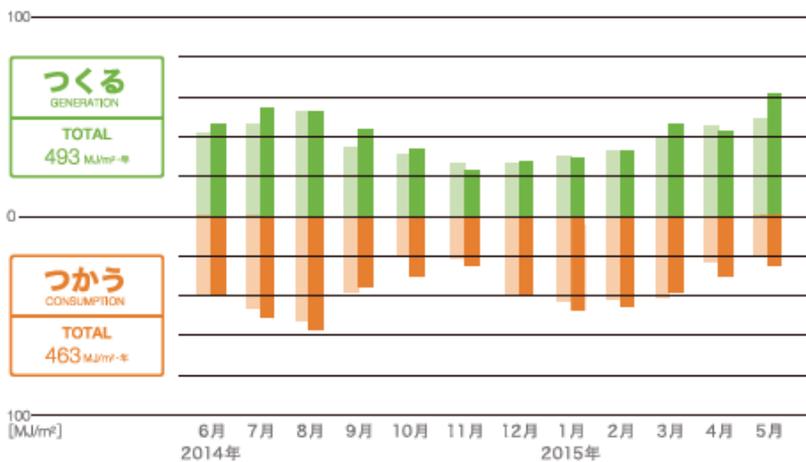
なお、本検討委員会では、新築建築物の設計時におけるZEBの実現・普及のための施策を中心にとりまとめを行った。しかしながら、民生部門のエネルギー消費削減に向けては、設計段階だけでなく、運用段階における省エネルギー対策が必要不可欠である。本検討とは別に、ワークスタイルや執務者による省エネルギー行動等の最適化、ICTを活用したエネルギーマネジメントシステムの高度化による省エネルギー診断等、業務部門の運用改善について検討を行うことが求められている。

- 以降の頁では、運用時の省エネルギーに必要となる、「受変電設備・コンセント」と「エネルギーマネジメント」について、その技術概要等を掲載する。

## 年間エネルギー収支ゼロを達成

- 大成建設のZEB実証棟では、2014年6月の運用開始から2015年5月までの1年間で、エネルギー消費量は一般的な建物の1/4程度となる463MJ/( $\text{m}^2 \cdot \text{年}$ )、創エネルギー量は493MJ/( $\text{m}^2 \cdot \text{年}$ )となり、建物単体での年間エネルギー収支0（ゼロ）を達成した。ZEBの達成は国内都市部における単体建物として初であり世界的にも希少な先進事例といえる。

年間データ ANNUAL DATA



## ZEB化採用技術の効果を実証

- 大成建設独自のセンシング技術と、新たに開発した採光装置、光環境の新しい概念を利用した照明制御技術等により、超省エネルギーと快適性の両立が確認された。また、次世代型高効率燃料電池の排熱を利用したタスクアンドアンビエント空調システムの効果、有機薄膜太陽光発電による創エネルギー効果等、建物に導入した様々な技術の実測データ収集・分析を行い、事前のシミュレーション通りのゼロエネルギーの達成が確認された。



出所) 大成建設ウェブサイト

### 6.2 受変電設備・コンセント

#### 技術の導入目的

電気エネルギーは、①変電（変圧）する、②電気を使う、の2つに分けて考えることができる

#### ①変電（変圧）する

- オフィスや商業施設等では、6.6kVや66kV等、高電圧で電力会社から受電する。居住者が使用する100Vや200Vの電圧とするためには、変圧器によって電圧を変換（変圧）する必要がある。このエネルギーの変換には必ず損失が発生する。
- ここで重要となるのは、ある期間における平均電力と最大電力の比を示した「負荷率」であり、負荷率が高い方が損失率が下がるため、変圧器の設計段階で適切な需要予測を行い、平均的な負荷率を向上させることが、限定的ではあるが省エネにつながる。

#### ②電気を使う

- 事務機器は、非稼働時の待機時用駆動回路の電力消費が大きな課題となっている。事務機器が消費する電力の約1割は待機時消費電力と言われている。
- パソコン等の事務機器の購入に当たっては、待機時消費電力が削減された製品に付される国際エネルギースターマークの表示がある機種、またはこれと同等以上の効率を有する機種を導入することが重要である。
- また、製造事業者等に、省エネ型の製品を製造するよう基準値を設け、達成するように課した「エネルギーの使用の合理化に関する法律」の中の、機械器具に係る措置（トップランナー基準）が設けられている。この基準も参考にしつつ、省エネ型の製品を導入することが重要となる。

## 6.3 エネルギーマネジメント

### 技術の導入目的

#### 建築物のエネルギー消費量を見る化し、上手に制御する

- BEMS（ベムス）：Building Energy Management Systemとは、コンピュータを利用し、空調設備、受変電設備、衛生設備等の発停や、運転状態・異常の監視を行うとともに、その演算制御機能を利用して各種の高度な制御を行うことにより、計画された建物やシステムが適正に運用され、所定の性能を発揮するよう管理する技術である。

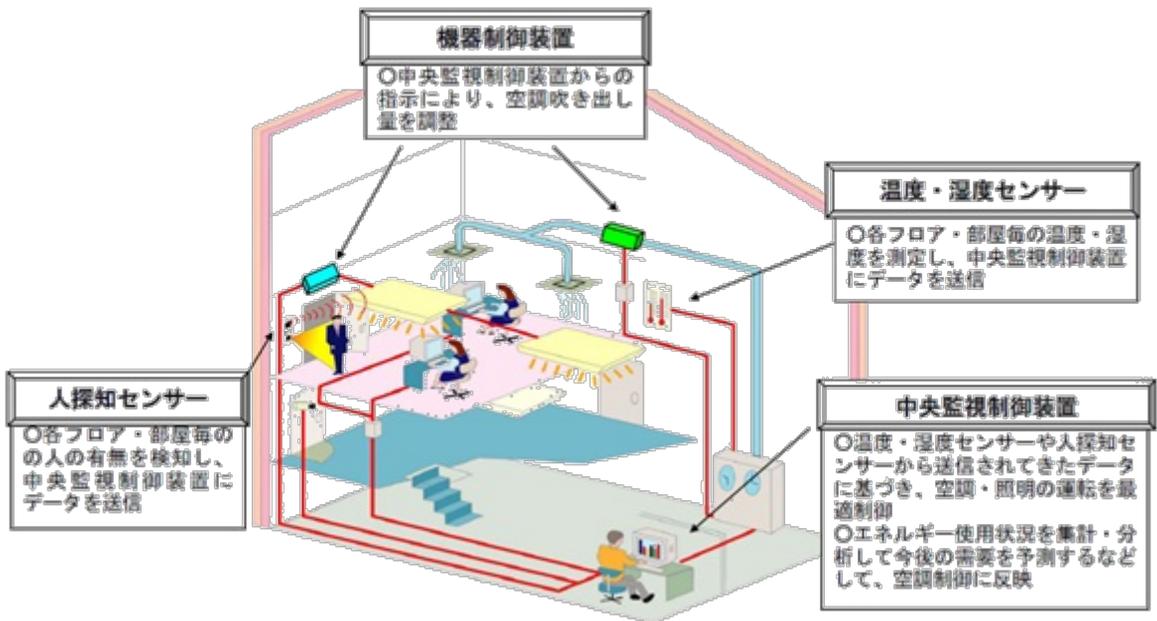
#### <ビル全体のエネルギー計測の必要性>

- システム別、機器別のエネルギー消費状況から不具合が生じている部分を特定し、建物全体のエネルギー消費量の計画値と比較することでその影響度合を評価し、改善実施の優先度を判断する。

#### <設備区分ごとの計測の必要性>

- 建物内で使用するエネルギーを用途別・設備別で計測することにより、空調熱源効率やポンプ搬送効率等の機器単位でなく、空調システム全体の効率を最適化しエネルギー消費効率を向上することが可能になる。

### BEMSの概要



出所) 環境省ウェブサイト

## BEMSの役割

一般名称	ビルディングオートメーション	エネルギー環境管理システム	設備管理支援システム	施設運用支援システム
	BAS (Building Automation System)	EMS (Energy Management System)	BMS (Building Management System)	FMS (Facility Management System)
利用者	<ul style="list-style-type: none"> <li>ビル管理技術者</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ビル管理技術者</li> <li>設計・施工者</li> <li>性能検証担当者</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ビル管理技術者</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ビルオーナー</li> <li>ビル管理技術者</li> </ul>
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>設備機器状態監視</li> <li>警報監視</li> <li>運転管理</li> <li>設備の自動制御</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>エネルギー管理</li> <li>室内環境管理</li> <li>設備運用管理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>設備機器台帳管理</li> <li>修繕履歴管理</li> <li>保全スケジュール管理</li> <li>課金データ管理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>資産管理</li> <li>ライフサイクルマネジメント (LCM)</li> <li>図面管理 (CAD)</li> </ul>

出所) SHASE-G0012-2008建築・設備の省エネルギー技術指針 非住宅編」 空気調和・衛生工学会

## 導入効果

- BEMSを活用することで、エネルギー消費量等のビルの運営・維持にかかる無駄を削減することができる。BEMSを用いたビルの効率的な運転管理と最適な維持保全計画により、運営維持費用を削減することができる。

## 設計方法

### <設計上の留意点>

- BEMSの運用および省エネルギー計画や実施体制等について実施計画書を作成し、運用にあたっては成果の自己評価を行う等、PDCAを展開することが重要である。BEMSに蓄積されたデータを用いて良質な分析を行うためには、BEMSの設計段階において、蓄積データの加工方法、グラフ形式等を検討・決定する必要がある。

### <制御システム>

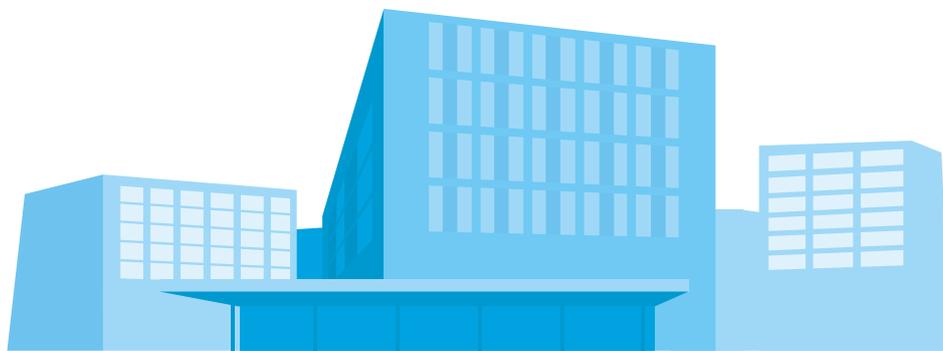
- BEMSの導入にあたっては、機器個別の制御を行うのみならず機器の連携や建物全体を最適化する制御を行うことにより、建物負荷の変動に対応した省エネルギーと快適性、生産性を両立する制御を行うことが望ましい。システム制御技術の例として、空調・照明とIT設備機器を組み合わせ、最小のエネルギーで建物空間の質を維持する設備間統合制御システムや、高度な負荷追従制御や予測制御、自然エネルギーの活用による建物自体の付加制御により機器の効率運転を行う負荷コントローラ等がある。

## 運用方法

- BEMSを運用することで、使用電力量や空調機、熱源機や照明等についてエネルギー使用状況を把握することができる。使用状況を把握することができれば、エネルギーの使いすぎを防止し自動制御で快適な室内環境に整えることが可能となり、また、蓄積されたデータの分析を通して適切な省エネ対策を講じることが可能となる。

出所) 「平成28年度住宅・ビルの革新的省エネルギー技術導入促進事業費補助金」環境共創イニシアチブ「官庁施設におけるBEMS有効活用のための調査研究」国土交通省  
「エネルギー消費の見える化とエネルギー管理の徹底について」地球温暖化対策推進本部  
「BEMS導入支援事業全体の効果(データ管理)」NEDO

# 第 7 章



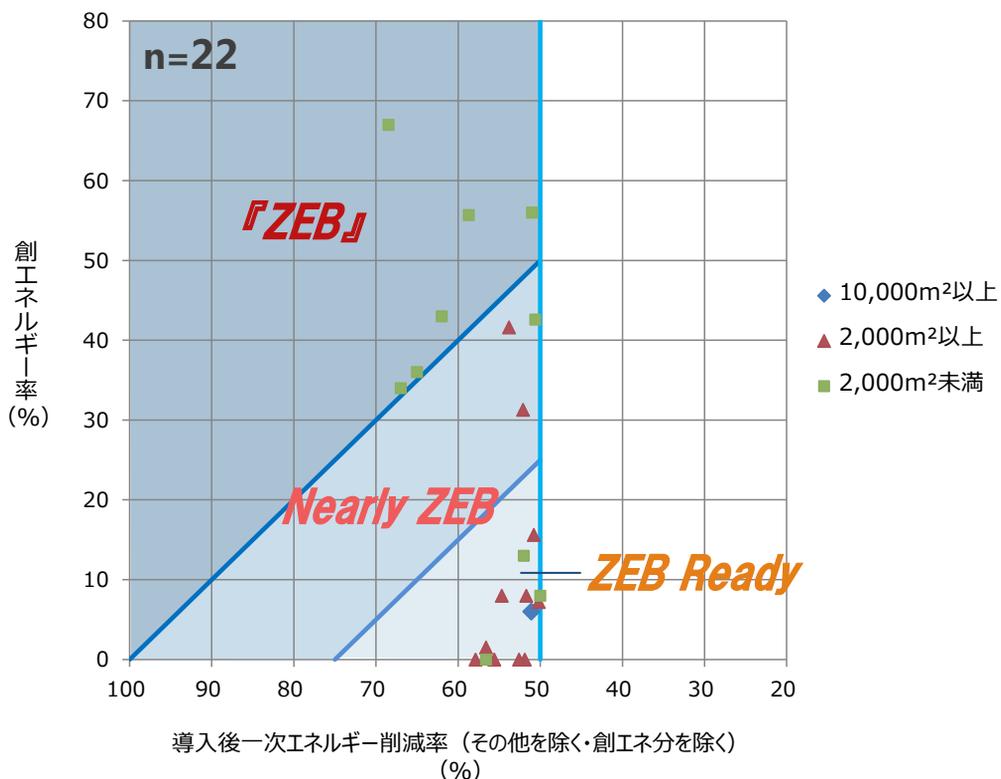
## 事例集

## 7.1 ZEB指向ビル設計実例

### 補助事業の申請案件（事務所）における導入設備の概要

- ZEB実証事業は、ZEBの実現と普及拡大を目指し、ZEBの構成要素に資する高性能設備機器等を導入することで高い省エネルギー性能を実現する建築物に対し、その高性能設備機器等の導入費用を支援する補助事業である。
- 平成29年度では、以下の交付要件を満たす全45件が採択されている。
  - ① 日本国内で事業を営んでいる個人もしくは法人等で、当該システム・機器を国内の建築物に導入すること。
  - ② ZEB設計ガイドラインを作成するための設計データを開示できること。
  - ③ 建物全体の一次エネルギー消費量を50%以上削減できること。ただし、その他の一次エネルギー消費量及び再生可能エネルギーを利用した発電量を考慮しない。エネルギー計算は建築物エネルギー消費性能基準等、H28年基準またはH25年基準による計算とする。
  - ④ 非住宅建築物の外皮性能は用途及び地域に応じたPAL\*の基準を満足すること。賃貸集合住宅の各住戸部分の外皮性能は地域区分ごとに定められた強化外皮基準以上であること。外皮性能計算は建築物エネルギー消費性能基準等、H28年基準またはH25年基準による計算とする。
  - ⑤ 計測・計量装置、制御装置、監視装置、データ保存・分析・診断装置を含むBEMS装置を導入すること。
  - ⑥ 熱源（冷凍機、ヒートポンプ、冷却塔、ポンプ等）、照明・コンセント等の計量区分ごとにエネルギーの計測・計量を行い、データを収集・分析・評価し、継続して省エネルギーに関する報告及び改善が可能なエネルギー管理体制を整備すること。
  - ⑦ 建築物省エネ法第7条に基づく第三者評価機関による『ZEB』、Nearly ZEB、ZEB Readyいずれかの省エネルギー性能評価の認証を原則として事業完了までに受けること。
  - ⑧ 補助事業の遂行能力（社会的信用、資力、執行体制等が整い、事業の継続性が担保されていること）を有すること。

国によるZEB実証事業における事務所ビルの交付結果（平成26年度～平成28年度）



区分	ZEBに資する省エネルギー技術	合計							49件	14件	2件	7件	16件	8件	1件	1件	
		事務所															
		ホテル・旅館	病院	老人・福祉ホーム	マーケット	大学・各種学校	体育館等										
建築省エネ技術（パッシブ技術）	建物配置計画	8	3	0	1	1	3	0	0								
	外皮性能の向上(PAL*削減率 ≥ 10%)	47	14	2	6	16	7	1	1								
	外皮断熱	49	14	2	7	16	8	1	1								
	グラスウール断熱材	21	6	2	1	4	8	0	0								
	ロックウール断熱材	3	1	0	1	0	1	0	0								
	ポリスチレンフォーム保温版	26	7	1	5	10	1	1	1								
	ウレタンフォーム保温材	22	6	1	6	7	1	1	0								
	Low-E複層ガラス	32	11	2	5	10	4	0	0								
	乾燥空気層	21	8	2	3	6	2	0	0								
	断熱ガス層	7	3	0	1	1	2	0	0								
	真空	6	1	0	1	4	0	0	0								
	金属・樹脂複合サッシ	11	2	0	2	7	0	0	0								
	日射遮蔽	22	9	1	2	8	2	0	0								
	庇	16	5	1	1	7	2	0	0								
	ブラインド(太陽追従型)	2	1	0	0	1	0	0	0								
	グラデーションブラインド	1	1	0	0	0	0	0	0								
	ルーバー(日射追従型)	2	2	0	0	0	0	0	0								
	壁面緑化	2	0	0	1	0	1	0	0								
	自然通風	12	7	0	1	3	0	0	1								
	風圧利用	8	6	0	0	1	0	0	1								
	温度差利用(煙突効果)	7	4	0	1	2	0	0	0								
	ハイブリッド式(機械換気併用)	1	0	0	0	0	0	0	1								
	自然採光	13	6	1	1	2	2	0	1								
	ライトシェルフ	2	1	0	0	0	0	0	1								
	アトリウム	5	3	0	0	2	0	0	0								
	採光クロス	3	3	0	0	0	0	0	0								
	採光窓フィルム/パネル	6	2	1	1	0	2	0	0								
	トップライト	3	2	0	0	1	0	0	0								
	光ダクト	3	2	0	0	0	1	0	0								
	彩光ブラインド	1	1	0	0	0	0	0	0								
	設備省エネ技術（アクティブ技術）	高性能空調機(個別分散型)	49	14	2	7	16	8	1	1							
		ルームエアコン	14	3	1	2	8	0	1	0							
		パッケージエアコン(ビルマル EHP)	48	13	2	7	16	8	1	1							
		パッケージエアコン(ビルマル GHP)	2	1	0	0	0	1	0	0							
		高性能熱源機(中央式)	4	2	0	1	1	0	0	0							
		チリングユニット(空冷式)	4	2	0	1	1	0	0	0							
		吸収冷温水機	1	0	0	1	0	0	0	0							
		補助熱源利用システム	9	5	0	1	2	0	0	1							
		地中熱利用システム(HP)	2	1	0	0	1	0	0	0							
		地中熱利用システム(クール/ヒートチューブ)	5	2	0	1	1	0	0	1							
		井水熱利用システム	4	3	0	0	0	0	0	1							
		太陽熱利用システム	2	2	0	0	0	0	0	0							
		コージェネ排熱利用システム(燃料電池含む)	2	2	0	0	0	0	0	0							
		外気利用・制御システム	41	13	2	5	16	3	1	1							
		全熱交換器システム	39	12	2	5	16	2	1	1							
全熱交換器バイパス制御システム		7	1	0	1	5	0	0	0								
外気冷房システム		21	8	1	3	5	3	1	0								
ナイトバージシステム(エンタルピー制御)		19	6	1	1	8	2	0	1								
最小外気取入れ量制御システム(CO2制御)		19	11	0	1	5	1	0	1								
流量可変システム		9	4	0	3	1	0	0	1								
VAV空調システム(INV)		7	4	0	3	0	0	0	0								
VWV空調システム(INV)		6	3	0	1	1	0	0	1								
大温度差送水システム		3	1	0	1	0	0	0	1								
その他 空調システム	10	7	0	1	1	0	0	1									
輻射冷暖房システム	4	3	0	0	1	0	0	0									
デシカント空調システム	7	6	0	0	0	1	0	0									
水蓄熱システム	2	1	0	0	0	0	0	1									
床吹き出し空調システム	1	1	0	0	0	0	0	0									
タスク/アンビエント空調システム	4	4	0	0	0	0	0	0									

区分	ZEBに資する省エネルギー技術	合計							49件	14件	2件	7件	16件	8件	1件	1件
		事務所														
		ホテル・旅館	病院	老人・福祉ホーム	マーケット	大学・各種学校	体育館等									
設備省エネ技術（アクティブ技術）	その他 空調機器	4	3	0	0	0	0	0	1							
	HPデシカント外調機	2	2	0	0	0	0	0	0							
	デシカント全熱交換器	2	2	0	0	0	0	0	0							
	酸化式冷却器	2	1	0	0	0	0	0	1							
	高顕熱型ビルマルチエアコン	1	1	0	0	0	0	0	0							
	空調制御システム	15	6	1	2	3	1	1	1							
	在室検知制御システム	12	6	0	2	3	0	1	0							
	在室検知(カメラ)制御システム	2	0	0	0	1	1	0	0							
	快適指標(PMV)制御システム	2	0	0	1	0	0	0	1							
	輻射温度制御システム	1	0	0	1	0	0	0	0							
	タイムスケジュール制御システム	1	1	0	0	0	0	0	0							
	熱源統合制御システム	5	2	1	2	0	0	0	0							
	高効率電動機(JIS C4212、4213)	11	2	1	1	2	4	1	0							
	DCモーター	3	1	0	1	1	0	0	0							
	送風量制御	20	5	1	4	6	4	0	0							
	CO2濃度	9	1	0	2	3	3	0	0							
	温度	7	3	0	0	1	3	0	0							
	エンタルピー	1	1	0	0	0	0	0	0							
	在室検知	2	0	0	1	1	0	0	0							
	ガス使用量	2	0	0	1	1	0	0	0							
	電気使用量	1	0	1	0	0	0	0	0							
	雑ガス検知	2	0	0	2	0	0	0	0							
	高効率照明器具	49	14	2	7	16	8	1	1							
	LED照明器具	49	14	2	7	16	8	1	1							
	照明方式	7	5	1	0	0	0	0	1							
	タスク/アンビエント照明	7	5	1	0	0	0	0	1							
	照明知御	46	14	2	6	14	8	1	1							
	明るさ検知制御システム	41	14	2	5	13	5	1	1							
	在室検知制御システム(人感センサー・カメラ含)	39	14	2	5	10	6	1	1							
	タイムスケジュール制御システム	27	11	1	3	6	4	1	1							
	初期照度補正	5	2	0	1	2	0	0	0							
	デジタル個別制御システム	11	6	1	1	1	2	0	0							
	高効率給湯機	38	8	2	7	16	5	0	0							
	ヒートポンプ給湯機	33	7	2	6	13	5	0	0							
	潜熱回収型給湯機	6	1	1	1	3	0	0	0							
	補助熱源利用システム	12	1	2	1	7	1	0	0							
	太陽熱利用システム	10	0	2	1	6	1	0	0							
	地中熱利用システム	2	0	0	1	1	0	0	0							
	井水熱利用システム	1	1	0	0	0	0	0	0							
	コージェネ排熱利用システム	7	1	1	1	4	0	0	0							
	PVパネルの熱利用システム	1	1	0	0	0	0	0	0							
	昇降機	15	7	1	1	2	3	1	0							
	VVVF制御、電力回生制御等	15	7	1	1	2	3	1	0							
	受変電	37	10	2	5	12	6	1	1							
	第二次トップランナートランス	8	2	1	1	4	0	0	0							
コージェネ設備	2	2	0	0	0	0	0	0								
燃料電池	5	4	0	0	0	1	0	0								
蓄電池設備(創蓄連系)	28	9	2	4	9	4	0	0								
発電設備	28	9	2	4	9	4	0	0								
太陽光発電システム	2	1	0	0	0	1	0	0								
風力発電システム	8	3	1	1	2	0	0	1								
設備間統合制御システム	29	10	1	3	9	4	1	1								
設備と利用者間連携制御システム	23	10	0	3	7	2	0	1								
負荷コントロール	0	0	0	0	0	0	0	0								
建物間統合制御システム	48	14	2	7	15	8	1	1								
チューニング等運用時への展開	48	14	2	7	15	8	1	1								

: Web計算可能な(一部可能含む)技術
  : 50%以上の導入があったもの
  : 80%以上の導入があったもの

※ 補助対象外の技術も含む

## 7.1 ZEB志向ビル設計実例

### 事例01

#### <ZEB実現のコンセプト>

#### 次世代型オフィスとして

- 新技術研究所は創立100周年記念事業プロジェクトと位置付けられ、その管理中枢機能を担う事務所棟は『ZEBと知的生産性向上』を実現する次世代型のオフィスとして建設される。

#### 建設地の自然環境と高効率設備機器を最大限活用

- 建設地の恵まれた環境条件を積極的に利用してZEBの設計を行う。
  - 豊富な井水を利用した空調システムの導入
  - 自然換気・昼光利用、太陽光・熱利用システムの導入
  - 高効率機器や先進的なBEMSを利用したZEB化を追求

#### <建物概要>

- 所在地：茨城県（5地域）
- 敷地面積：53,500㎡
- 建築面積：728㎡
- 延床面積：2,235㎡
- 構造種別：RC+S造
- 階数：地上3階
- 建物用途：事務所等
- 年間稼働日数：240日

#### <単位床面積当たりの価格>

- 補助対象のみ・設備費：91,021 円/㎡
- 補助対象のみ・設備費+工事費：122,872 円/㎡



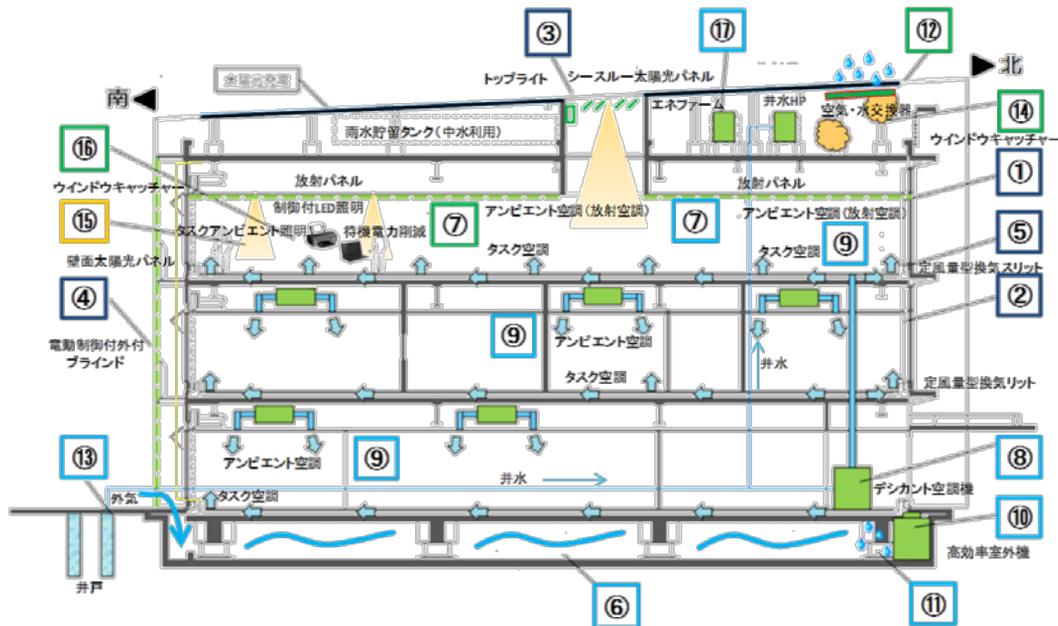
#### <導入設備の概要>

外皮	外壁	● 硬質ウレタンフォーム100mm	機械換気	機器	● 第一種換気 カスケード換気
	屋根	● 押出法ポリスチレンフォーム100mm		システム	● CO <sub>2</sub> センサー ● 自然換気 ● 温度センサー
空調	窓	● Low-Eペアガラス+内ブラインド	照明	機器	● LED ● 高輝度誘導灯
		● Low-Eペアガラス+内ブラインド		システム	● 明るさ感知制御 ● タイムスケジュール制御 ● 在室検知制御 ● 日射追従ブラインド制御 ● タスク・アンビエント照明
	熱源方式	● 中央・個別併用	給湯	システム	● トップライト ● ライトシェルフ
	機器	● 水熱源工コキユート EHP			熱源方式
システムⅠ	● 未利用エネルギー活用 ● 高効率統合熱源システム ● 燃料電池 ● 台数制御方式 ● 井水利用空調 ● 太陽熱利用	再生可能エネルギー等	システム制御等	● 太陽光発電 ● 風利用 ● 地中熱利用 ● 蓄電池	
システムⅡ	● 最小外気取り入れ量制御 ● 放射空調 ● 温湿度センサー制御 ● 人感センサー制御 ● タスク・アンビエント空調 ● CO <sub>2</sub> センサー制御 ● ナイトパーズ制御 ● 外気冷房 ● 送水温度最適設定 (VWT)			● 設備間統合制御システム ● 設備と利用者間連携制御システム ● 負荷コントロール ● チューニング等	

注) 赤字の導入設備は、エネルギー消費性能計算プログラム（非住宅版）Ver.2.4.0（2017.10）において、定量評価ができない技術

## <設備・システム概要>

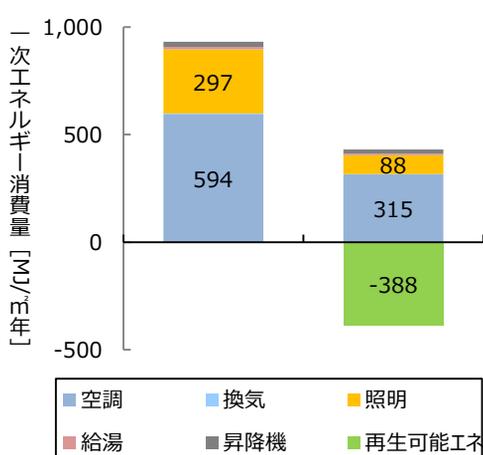
- 井水が豊富な地域特性を活かした井水熱利用空調、屋根全体や南面外壁を利用した大規模太陽光発電利用、自然換気・採光などの利用による自然エネルギーの有効活用を図る。



<b>①Low E複層ガラス</b> ・構成:LowE8+A12+FL6+6 ・熱透過率U=1.8W/m <sup>2</sup> ・K以下	<b>⑧デシカント空調</b> ・空調機の冷却井水にて、再生は燃料電池排熱・太陽熱利用温水で行う	<b>⑮照明制御と連動したLED照明</b> ・画像センサーの在・不在情報により、照明と空調で連動
<b>②外皮の高断熱化(屋根、外壁)</b> ・PAL※低減率 = 40.9%	<b>⑨タスクアンビエント空調</b> ・タスク球はデシカント空調の床吹出方式	<b>⑯強制的待機電力削減システム(コンセント)</b> ・帰宅時、強制的に照明・コンセントを落とし待機電力削減
<b>③トプライト(昼光利用)+電動ブラインド</b> ・明るさセンサーと連動して開閉	<b>⑩高効率空調室外機(APF5.5以上)</b> ・免震ピット利用地下躯体蓄熱により給気温度の平準化、散水気化熱により低温化	<b>⑰燃料電池廃熱を利用した空調システム</b> ・曇天時は燃料電池(エネファーム)給湯 ・天候により太陽熱パネルの熱利用・燃料電池利用の制御と水冷HP利用のシステム制御を行う
<b>④電動制御付外付けブラインド(南側)</b> ・日射遮蔽と電動制御による日射追尾	<b>⑪室外機への水噴霧</b> ・冷却効果を高め、冷房運転の消費電力削減	<b>⑱BEMSの導入</b> ・省エネ制御項目 ①BEMSによるエネルギー管理 電力量(照明・空調・コンセント・換気動力・ポンプ)水・ガス・熱量計測 温湿度計測(給気・還気、室内環境、冷温水往還) ②デマンド監視制御、照明:デマンド減光制御 ③空調ファンINV変流量制御 ④熱源側ポンプINV変流量制御 ⑤照明・吹出しファン:在/不在制御 ⑥照明:初期照度補正制御
<b>⑤自然換気(換気スリット+ウインドウキャッチャー)</b> ・煙突効果利用による給排気	<b>⑫太陽光発電パネル(屋上・南壁面)</b> ・温度センサー制御で水噴霧し、発電効率の低下対策	
<b>⑥クールピット利用(免震ピット)</b> ・外気温度による室外機の効率向上	<b>⑬井水を利用した熱源システム</b> ・井水と熱交換後、放射空調、デシカント空調に利用 ・カスケード利用にて水冷HPにて冷水、温水を作成	
<b>⑦放射空調</b> ・3Fに井水利用放射パネル(384m <sup>2</sup> )にてアンビエント空調を補充	<b>⑭太陽光パネル下の熱利用(ハイブリッド給湯システム)</b> ・パネル下の高湿空気と熱交換し、給湯利用	

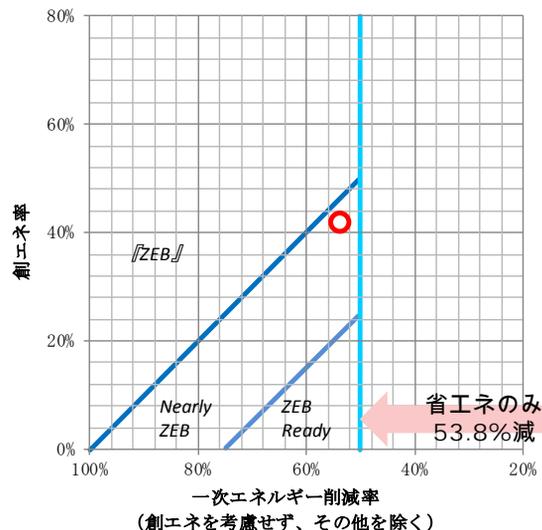
## <エネルギー性能評価>

- 当該ビルの設計一次エネルギー消費量は432MJ/m<sup>2</sup>年(再生可能エネルギーを含むと42MJ/m<sup>2</sup>年)であり、基準に比べ約54%の省エネを実現している。



単位: MJ/m<sup>2</sup>年

	基準	設計	BPI/BEI
外皮	449	265	0.60
空調	594	315	0.53
換気	5	1	0.18
照明	297	88	0.30
給湯	12	7	0.59
昇降機	24	19	0.80
計	932	432	0.46
再生可能エネ	0	-388	-
計	932	42	0.05



## 7.1 ZEB志向ビル設計実例

### 事例02

#### <ZEB実現のコンセプト>

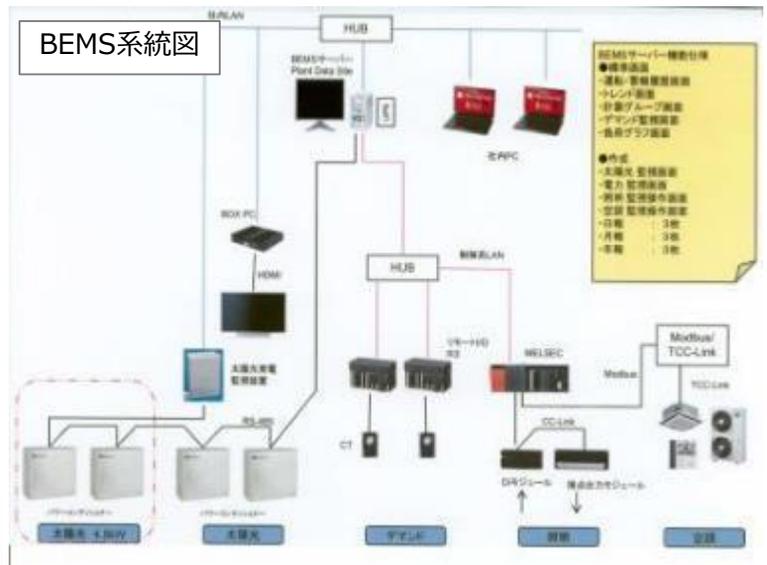
当該本社ビルのZEB化を実現するため、第一に外皮性能の強化や自然の採光や換気等をできるだけ活用したパッシブ建築設計により建物全体のエネルギー負荷低減を図る。第二に、こうした取り組みだけで賄えない負荷については、高効率の空調・照明・給湯設備を導入し省エネの徹底を図る。また、BEMSの導入によりエネルギー消費実態を適切に把握・評価することで運用面での消費エネルギーのさらなる削減に繋げる。

#### <建物概要>

- 所在地：静岡県（6地域）
- 敷地面積：2,307㎡
- 建築面積：1,003㎡
- 延床面積：3,704㎡
- 構造種別：S造
- 階数：地上4階
- 建物用途：事務所等
- 年間稼働日数：254日

#### <単位床面積当たりの価格>

- 補助対象のみ・設備費：36,913 円/㎡
- 補助対象のみ・設備費+工事費：50,478 円/㎡



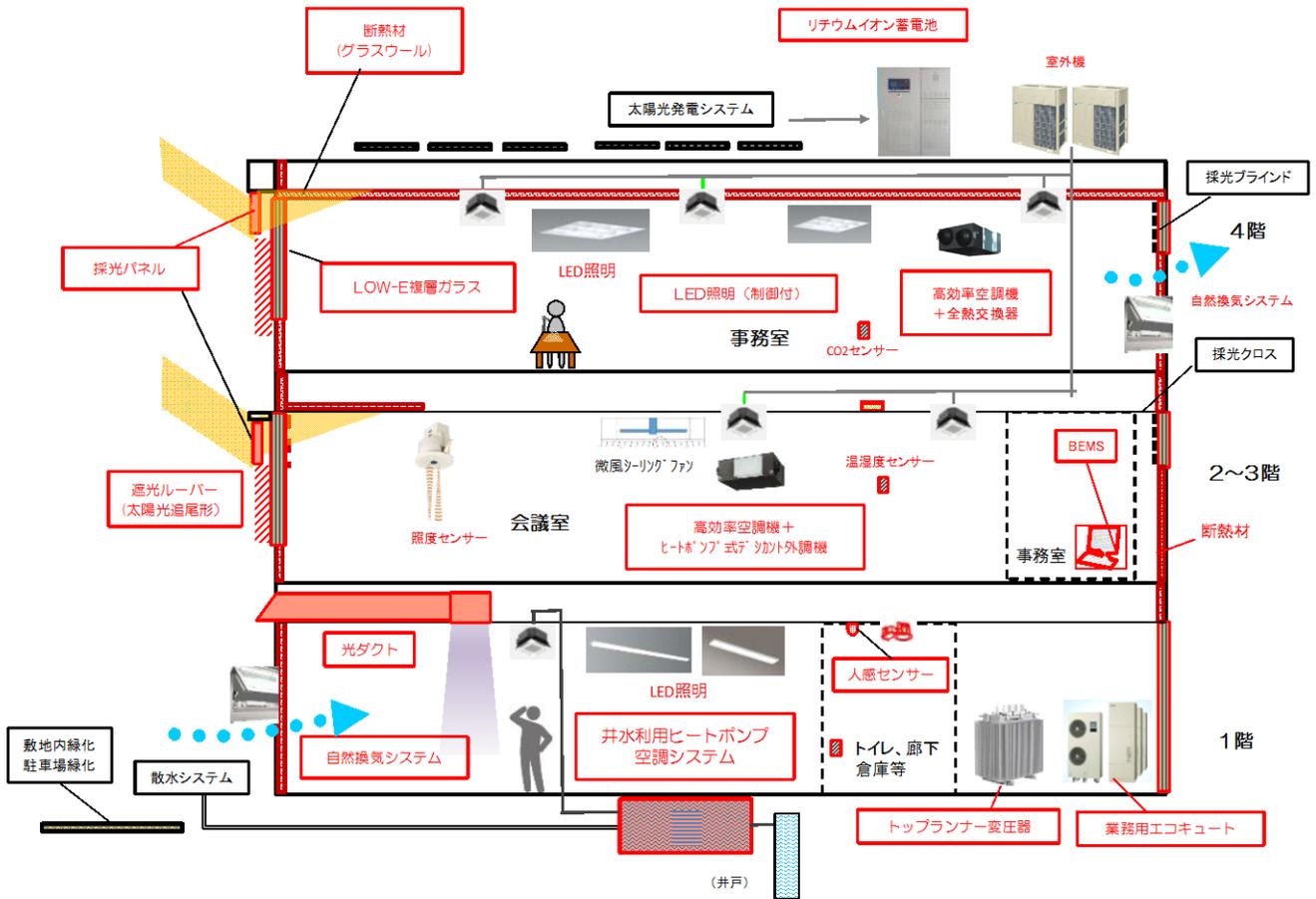
#### <導入設備の概要>

外皮	外壁	● グラスウール (24K) 50mm	機械換気	機器	● 第一種換気
	屋根	● グラスウール (24K) 50mm		システム	● 第三種換気
空調	窓	● Low-Eペアガラス ● 遮熱ルーバー (太陽光追尾形)	照明	システム	● CO <sub>2</sub> センサー
	熱源方式	● 中央・個別併用			● 自然換気
	機器	● EHP (ビルマルチ) ● 井水熱利用ヒートポンプ	機器	● LED	
	システム I	● 高効率ビルマルチ ● 高効率ビルマルチ (高顕熱形) ● ヒートポンプ式デシカント外調機 (DESICA) ● 未利用エネルギー活用 (井水)	システム	● 高輝度誘導灯	
システム II	システム II	● 全熱交換器 ● ヒートポンプ式デシカント外調機 (DESICA) ● ナイトバージ制御 ● 温湿度センサー制御	システム	● 明るさ感知制御	
			システム	● タイムスケジュール制御	
給湯	熱源方式	● 中央方式	システム	● 在室検知制御	
	システム	● EHP (CO <sub>2</sub> 冷媒ヒートポンプ)	昼光利用	● 採光窓フィルム	
再生可能エネルギー等	システム制御等	● 太陽光発電 ● 風利用 ● 地中熱利用 ● 蓄電池 ● トップランナー変圧器	システム制御等	● 採光クロス	
				● 光ダクト	

注) 赤字の導入設備は、エネルギー消費性能計算プログラム (非住宅版) Ver.2.4.0 (2017.10) において、定量評価ができない技術

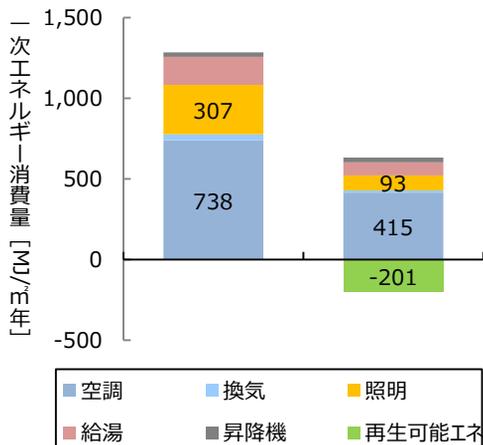
### <設備・システム概要>

- 当該本社ビルは静岡県浜松市（6地域）に新築する中規模オフィスビルで、事務室、会議室、食堂等の他、試作等の軽作業を伴うショールームがある建築物である。



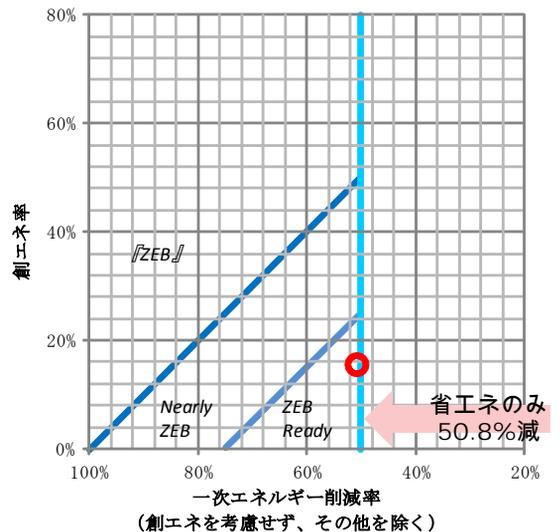
### <エネルギー性能評価>

- 当該ビルの設計一次エネルギー消費量は632MJ/m<sup>2</sup>年（再生可能エネルギーを含むと431MJ/m<sup>2</sup>年）であり、基準に比べ約51%の省エネを実現している。



単位：MJ/m<sup>2</sup>年

	基準	設計	BPI/BEI
外皮	470	304	0.65
空調	738	415	0.56
換気	38	14	0.38
照明	307	93	0.30
給湯	173	81	0.47
昇降機	29	29	1.00
計	1,286	632	0.49
再生可能エネルギー	0	-201	-
計	1,286	431	0.34



## 7.1 ZEB志向ビル設計実例

### 事例03

#### <ZEB実現のコンセプト>

非常灯及び屋外灯を除く全照明設備をLED化すると共に、廊下・トイレ・階段等の共用部には在室検知による点滅制御機能、窓から外光が入る部分には昼光制御を取り入れる。また、常時使用する事務室等の主要な部屋には、初期照度補正機能付の照明を採用する。既設空調設備をセンシングフロー機能付の最新型高効率機種に更新し、負荷に応じた運転を行う。また、主要な室内機には、自動清掃機能付の室内機を採用し、フィルタ目詰まりによる無理な運転による消費電力増加の抑制にも配慮する。さらに、BEMSの導入により設備区分毎にエネルギー管理を行いZEB化の推進を実現する。

#### <建物概要>

- 所在地：愛知県（6地域）
- 敷地面積：3,497㎡
- 建築面積：810㎡
- 延床面積：2,215㎡
- 構造種別：S造
- 階数：地上3階
- 建物用途：事務所等
- 年間稼働日数：242日

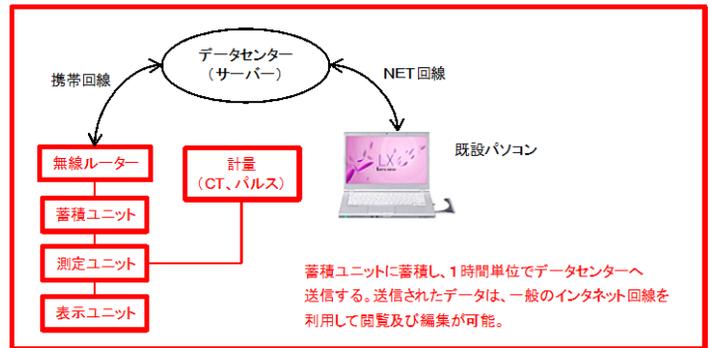
#### <単位床面積当たりの価格>

- 補助対象のみ・設備費：18,151 円/㎡
- 補助対象のみ・設備費+工事費：30,142 円/㎡



建物外観

BEMS概要図



#### <導入設備の概要>

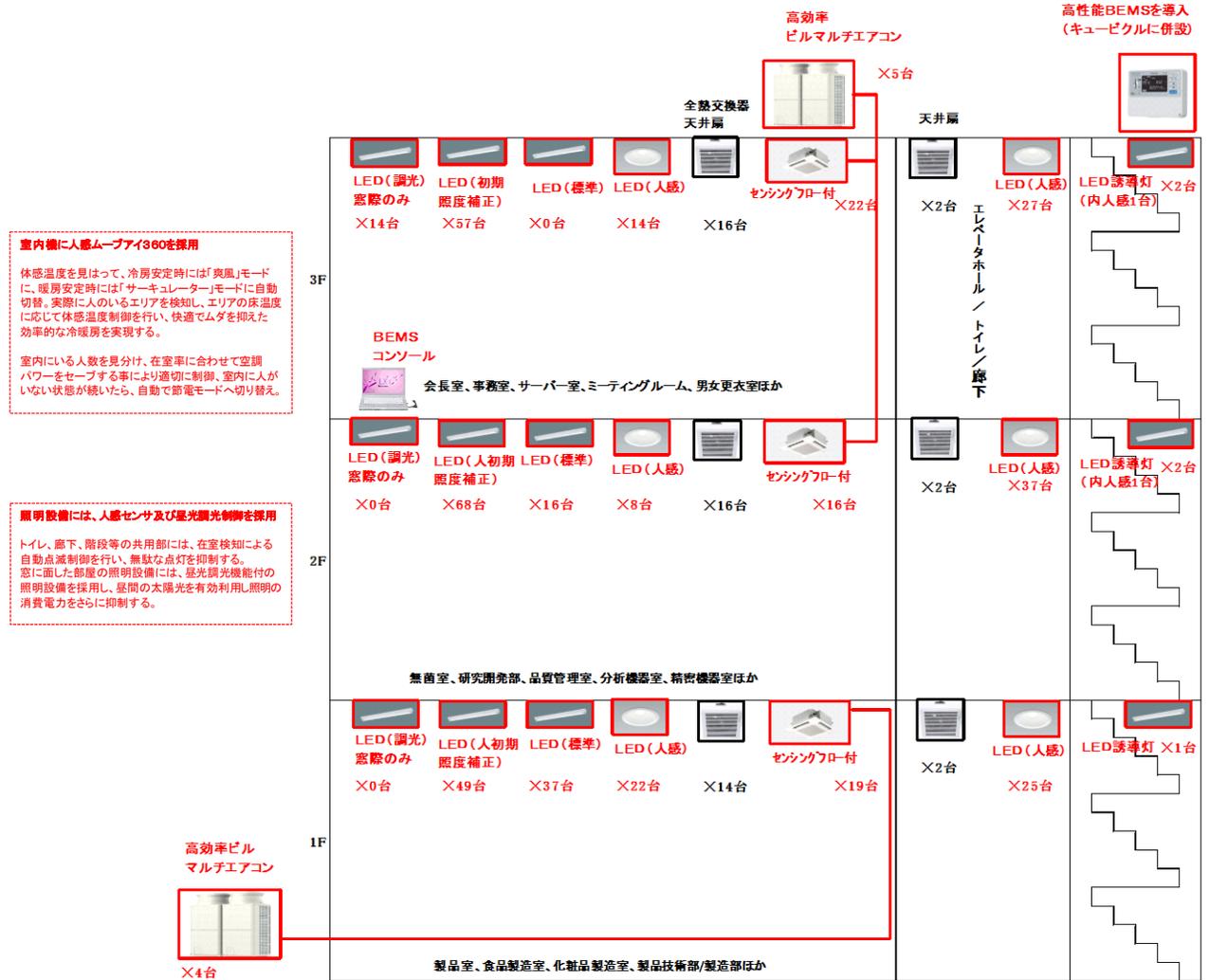
外皮	外壁	● ALC150mm
	屋根	● グラスウール100mm
	窓	● 単板ガラス
空調	熱源方式	● 個別方式
	機器	● EHP
	システム I	● 高効率統合熱源システム
	システム II	● センシングフロー機能 ● 全熱交換機

機械換気	機器	● 第三種換気
	機器	● LED
照明	システム	● 在室検知制御
		● 明るさ感知制御
給湯	熱源方式	● 初期照度補正機能
		● 個別方式 プロパンガス
BEMS		● 集中検針
		● データ出力機能
		● 一覧出力
		● トレンドグラフ表示
		● 日・月・年報の表示・出力
		● 機器履歴管理
		● 稼働実績管理
		● 警報データ管理
		● 見える化
		● エネルギー消費分析管理
● エネルギー利用算定計画		
システム制御等		● 設備と利用者間連携制御システム
		● チューニング等運用時への展開

注) 赤字の導入設備は、エネルギー消費性能計算プログラム（非住宅版）Ver.2.4.0（2017.10）において、定量評価ができない技術

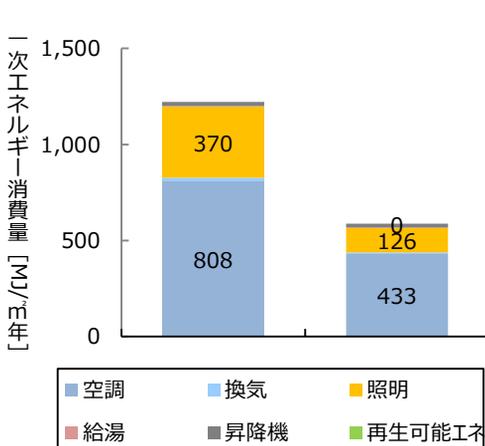
## <設備・システム概要>

日本ビルエネルギー総合技術管理協会の調査によれば、事務所ビルにおける㎡当たりの年間一次エネルギー消費量は約1,500MJとされている。それに対し、弊社本社ビルの場合は平成26年度の実績で約1,700MJであり、やや高めになっている。エネルギー種別としては、電力のみであり用途別に比較すると空調と照明で全体の約70%を占めている。



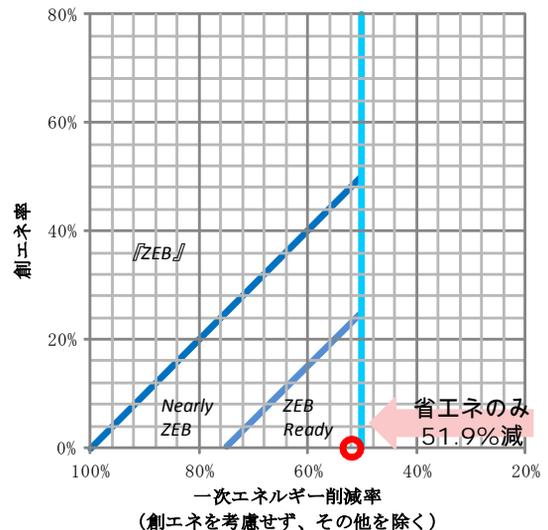
## <エネルギー性能評価>

- 当該ビルの設計一次エネルギー消費量は587MJ/㎡年であり、基準に比ベ約51.9%の省エネを実現している。



単位: MJ/㎡年

	基準	設計	BPI/BEI
外皮	450	402	0.89
空調	808	433	0.54
換気	19	5	0.29
照明	370	126	0.34
給湯	4	3	0.92
昇降機	22	19	0.89
計	1,222	587	0.48
再生可能エネ	0	0	-
計	1,222	587	0.48



## 7.1 ZEB志向ビル設計実例

### 事例04

#### <ZEB実現のコンセプト>

- 本事業では、来所者が多い建物をZEB化改修する。
- 断熱では、屋根外断熱、アルゴン入Low-Eペアガラスを導入する。
- 設備では、高効率マルチエアコン、全熱交換換気、LED、BEMSを導入する。
- 人感センサ、照度センサ、CO2センサの活用や空調、換気連動運転で大幅な省エネを図る。

#### <建物概要>

- 所在地：岡山県（5地域）
- 敷地面積：13,965㎡
- 建築面積：612㎡
- 延床面積：2,286㎡
- 構造種別：RC造
- 階数：地上4階地下1階
- 建物用途：事務所等
- 年間稼働日数：345日

#### <単位床面積当たりの価格>

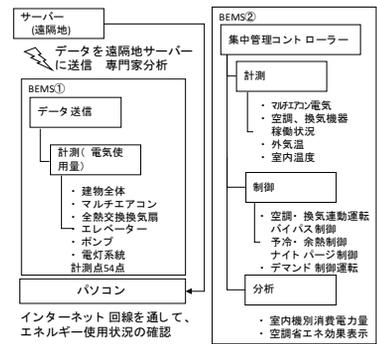
- 補助対象のみ・設備費：21,774 円/㎡
- 補助対象のみ・設備費+工事費：40,914 円/㎡

建物外観



BEMS概要図

BEMSは、建物全体のエネルギー使用を計測・分析するBEMS①と、空調・換気システムのエネルギー使用量の計測、分析、制御を行うBEMS②を並列で導入する  
詳細な空調・換気管理と、建物全体のエネルギー管理を両立する



#### <導入設備の概要>

外皮	外壁	● 押出法ポリスチレンフォーム25mm
	屋根	● ビーズ法ポリスチレン22mm
	窓	● Low-Eペアガラス
空調	熱源方式	● 中央方式
	機器	● EHP
	システムⅡ	● 全熱交換器 ● 最小外気取り入れ量制御 ● ナイトパーシ制御 ● CO2センサー制御 ● 温湿度センサー制御

機械換気	機器	● 局所換気
照明	機器	● LED
	システム	● 明るさ感知制御 ● 在室検知制御
給湯	熱源方式	● 個別方式
BEMS		● 集中検針 ● データ出力機能 ● タイムプログラム制御 ● 最適起動停止制御 ● 節電運転制御 ● 一覧出力 ● 日・月・年報の表示・出力 ● 稼働実績管理 ● 警報データ管理 ● 最適化制御 ● 見える化 ● エネルギー消費分析管理
	システム制御等	● 設備間統合制御システム ● 負荷コントロール ● チューニング等

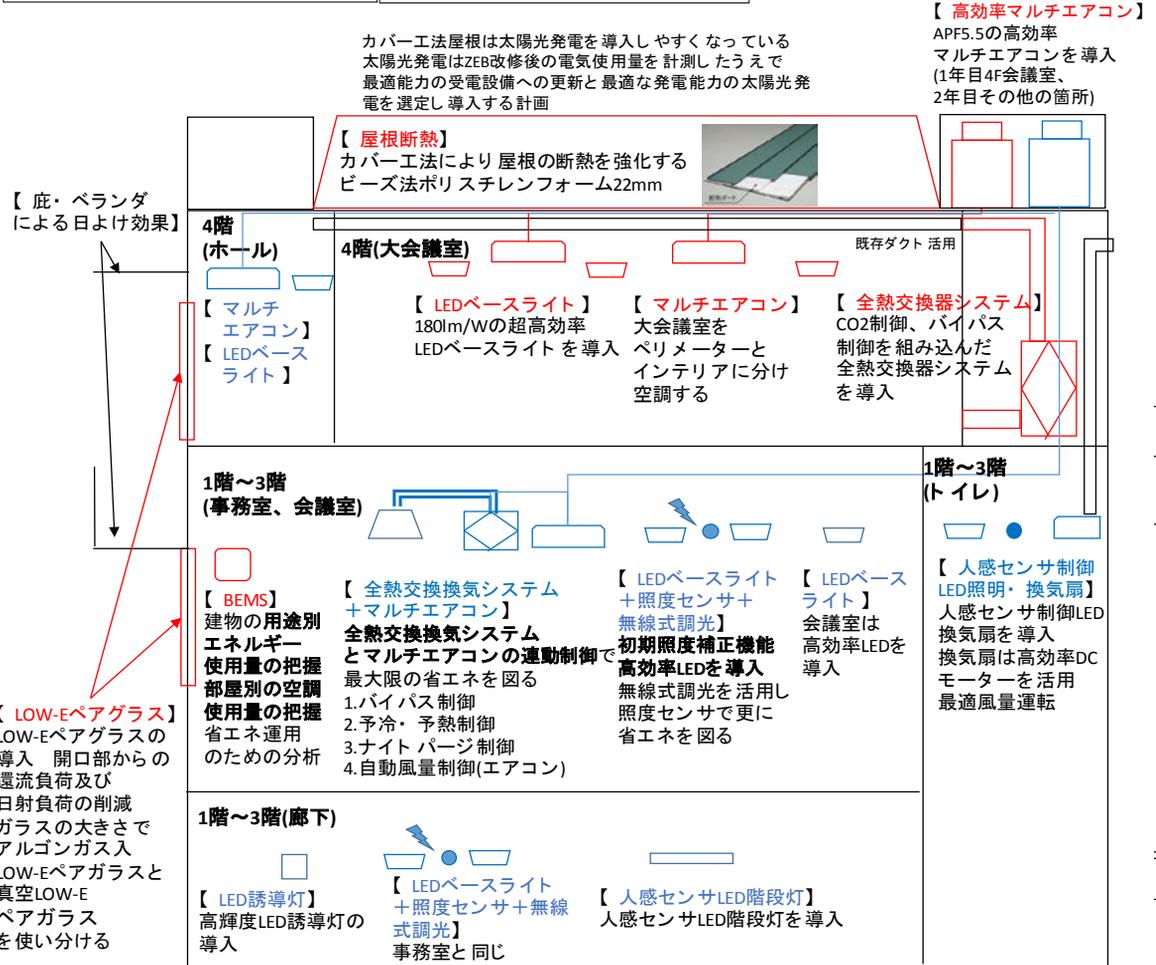
注) 赤字の導入設備は、エネルギー消費性能計算プログラム（非住宅版）Ver.2.4.0（2017.10）において、定量評価ができない技術

## <設備・システム概要>

- 本建物は、会議室の一般貸出も行っているため、設備運用に大きな柔軟性をもちつつ、ZEB化を達成する。
- 既存建物のZEB化は、地域内業者も大変興味を持っており、本事業のノウハウを共有し、市内建物のZEB化推進に貢献する。

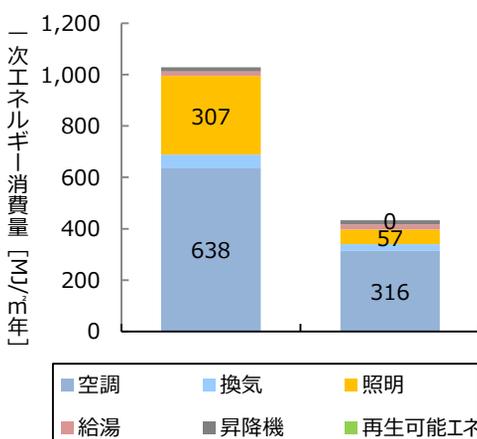
昭和57年竣工の既存建物をZEB化改修する。古い建物でもZEB化可能、ZEB化により建物が快適になることを多くの来場者に体感してもらえる建物を目指す  
 屋根断熱、Low-Eペアガラス、全熱交換換気扇で空調負荷を最大限削減し、最適能力の高効率エアコンを導入  
 照明は、高効率LEDと照度センサ、人感センサを活用 BEMSで用途別エネルギー使用量、部屋別空調使用量の把握  
 これにより、使用人数の変化、使用時間の変化があっても柔軟に対応し大幅な省エネが維持できる建物とする

4階大会議室：定員400名 大空間 <b>大空間 使用人数が大幅に変わることに対応する設計</b> 換気：CO2センサ付全熱交換換気扇 空調：ペリメーター、インテリア別にマルチエアコン室内機導入 照明：大空間を照らすために180lm/Wの超高効率LEDベースライトを導入	1～3階 事務室、会議室 各部屋で使用時間が異なるため、 <b>部屋非使用時に無駄が発生しない設計</b> 換気：各部屋に全熱交換換気扇を導入 空調：個別マルチエアコン室内機導入 照明：無線式調光システムで照度センサによる調光
---	---



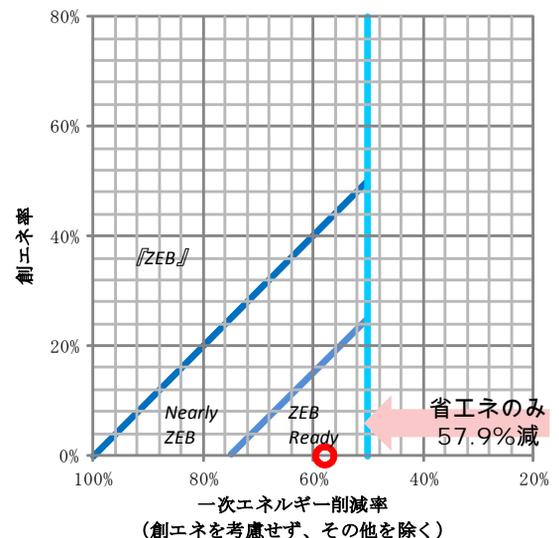
## <エネルギー性能評価>

- 当該ビルの設計一次エネルギー消費量は433MJ/m<sup>2</sup>年であり、基準に比ベ約57.9%の省エネを実現している。



単位：MJ/m<sup>2</sup>年

	基準	設計	BPI/BEI
外皮	450	292	0.65
空調	638	316	0.49
換気	51	24	0.48
照明	307	57	0.19
給湯	17	20	1.14
昇降機	16	16	1.00
計	1,029	433	0.42
再生可能エネルギー	0	0	-
計	1,029	433	0.42



## 7.1 ZEB志向ビル設計実例

### 事例05

#### <ZEB実現のコンセプト>

事務所の立地条件を考慮した計画である。

環境理念に基づき、①最上階天井の断熱強化、②Low-E複層ガラスの採用、③高効率空調機の採用、④CO2制御、⑤制御付きLEDの採用と、BEMS装置を有効に活用して大幅なエネルギー削減を実現する事業である。建物全体のトータルエネルギーを省エネルギー対策からゼロエネルギーを目指してオフィスのZEB化と、ワークスタイルに合わせ快適性を維持した空間を目指す研究開発施設である。

#### <建物概要>

- 所在地：長野県（4地域）
- 敷地面積：46,104㎡
- 建築面積：962㎡
- 延床面積：3,704㎡
- 構造種別：S造
- 階数：地上4階
- 建物用途：事務所等
- 年間稼働日数：246日

#### <単位床面積当たりの価格>

- 補助対象のみ・設備費：27,707 円/㎡
- 補助対象のみ・設備費+工事費：34,274 円/㎡

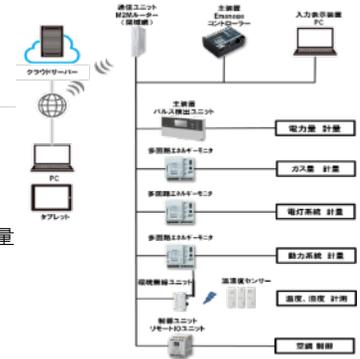
建物外観



BEMS概要図

#### 【BEMS装置】

- 管理区分：単独管理
- 管理点数：128点
- 計量(電力、ガス) 123点
- 温湿度計測 5点
- 計測機能：エネルギー消費量
- 監視機能：電力デマンド
- データ管理機能
  - 各種計測値のグラフ表示
  - CSV形式でのデータ出力



#### <導入設備の概要>

外皮	外壁	● ロックウール50mm
	屋根	● グラスウール150mm
	窓	● Low-E複層ガラス
空調	熱源方式	● 個別方式
	機器	● GHP室外機、GHP室内機
	システム I	● ガスヒートポンプ空調機
	システム II	● CO <sub>2</sub> センサー制御 ● 台数制御

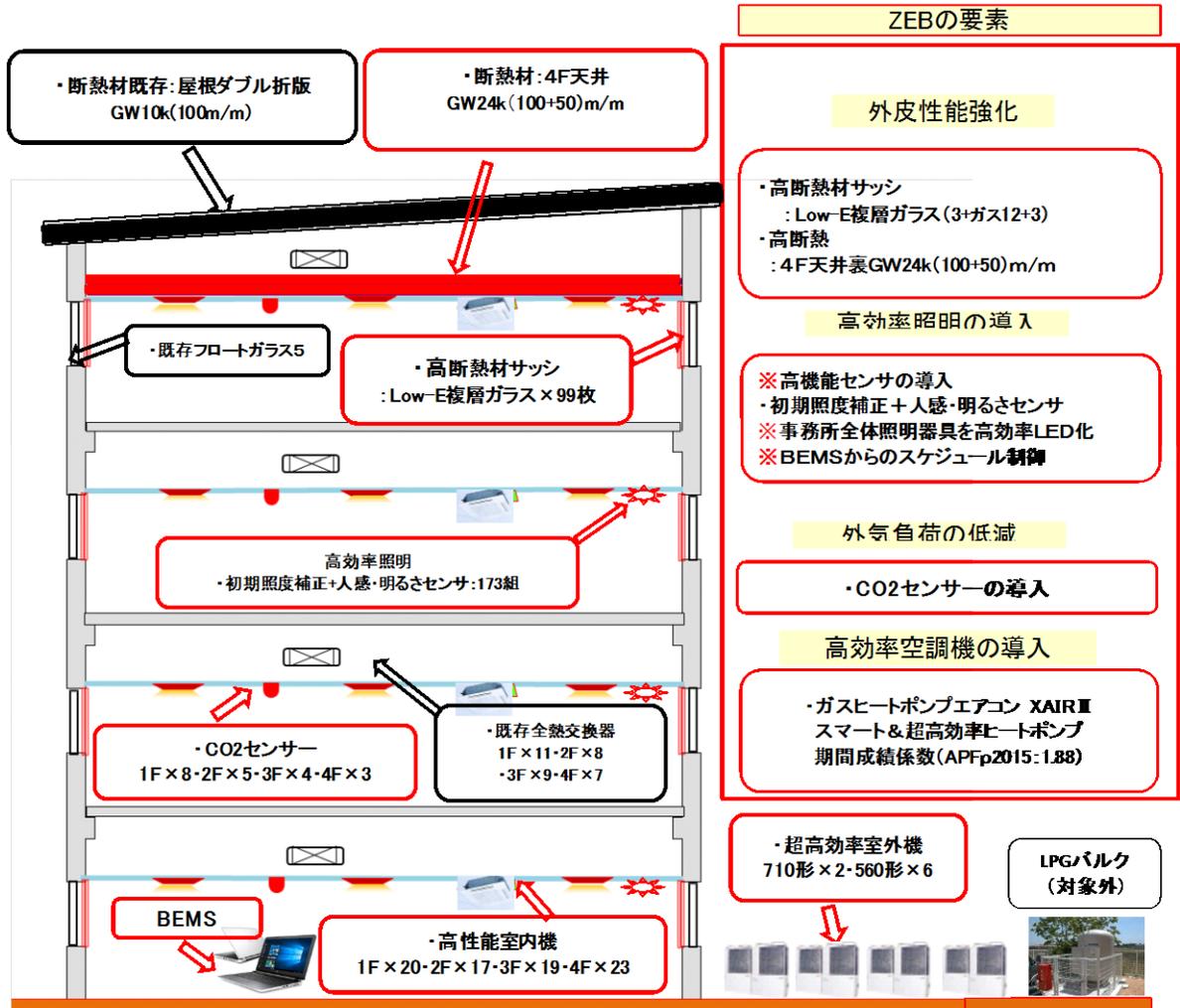
機械換気	機器	● 第一種換気 第三種換気
	システム	● 温度センサー
照明	機器	● LED
	システム	● 明るさ感知制御 ● タイムスケジュール制御 ● 在室検知制御 ● 初期照度補正機能
給湯	熱源方式	● 個別方式
	システム	● 電気温水器
BEMS		● データ出力機能 ● 最適起動停止制御 ● 日・月・年報の表示・出力 ● トレンドグラフ表示 ● タイムプログラム制御 ● 見える化 ● 最適化制御 ● 機器履歴管理 ● 警報データ管理 ● エネルギー消費分析管理 ● エネルギー利用算定計画
	システム制御等	● 設備間統合制御システム ● 建物間統合制御システム ● 負荷コントロール ● チューニング等

注) 赤字の導入設備は、エネルギー消費性能計算プログラム(非住宅版) Ver.2.4.0(2017.10)において、定量評価ができない技術

## <設備・システム概要>

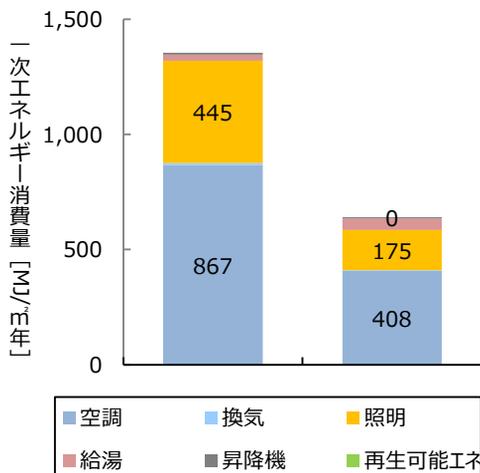
東西面が山に囲まれている建物であるが、近隣に高い建築物がないため日照条件がよい建物である。成形技術棟屋上には太陽発電50kWを導入している。

また、2013年8月から国による「再生可能エネルギーの全量固定価格買取制度」に基づき500kwを隣接敷地に設置して事業が行われている。一般社団法人日本ビルエネルギー総合管理技術協会のレポートでは、事務所ビルの平均値総エネルギーは1,448MJ/m<sup>2</sup>年である。計画建では、導入前1,231MJ/m<sup>2</sup>年（2014年）、導入後1,022MJ/m<sup>2</sup>年となるため、地域における【情報発信基地】としてモデル的な省エネルギー事業である。



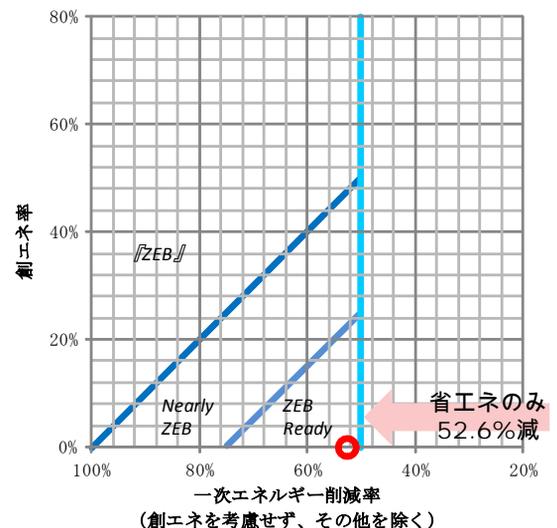
## <エネルギー性能評価>

- 当該ビルの設計一次エネルギー消費量は641MJ/m<sup>2</sup>年であり、基準に比べ約52.6%の省エネを実現している。



単位: MJ/m<sup>2</sup>年

	基準	設計	BPI/BEI
外皮	470	338	0.72
空調	867	408	0.47
換気	9	2	0.22
照明	445	175	0.39
給湯	26	49	1.90
昇降機	8	6	0.80
計	1,354	641	0.47
再生可能エネ	0	0	-
計	1,354	641	0.47



## 7.1 ZEB志向ビル設計実例

### 事例06

#### <ZEB実現のコンセプト>

本事業では、既存技術研究所本館のZEB化を目指し、建物外皮性能の向上（後付けLow-Eガラス、後付け内窓、内貼断熱、日射追従ブラインド制御）、最適自然換気、太陽熱利用空冷ヒートポンプチラー、高効率型個別分散空調、クールトレンチ利用外気処理空調、全熱交換換気、LED照明+自動調光制御や太陽光発電による創エネルギー、高効率トランスなどの技術を導入して一次エネルギーの削減を行う。

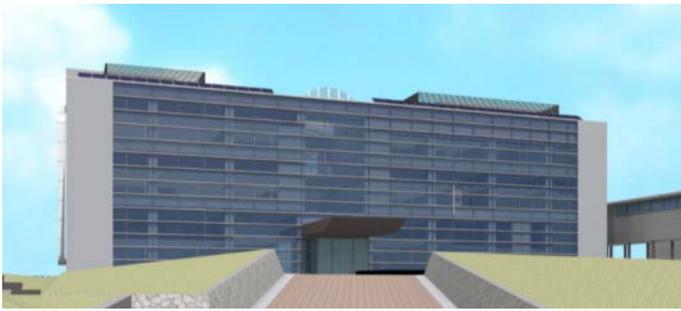
#### <建物概要>

- 所在地：茨城県（5地域）
- 敷地面積：28,180㎡
- 建築面積：1,206㎡
- 延床面積：3,104㎡
- 構造種別：RC造
- 階数：地上3階
- 建物用途：事務所等
- 年間稼働日数：239日

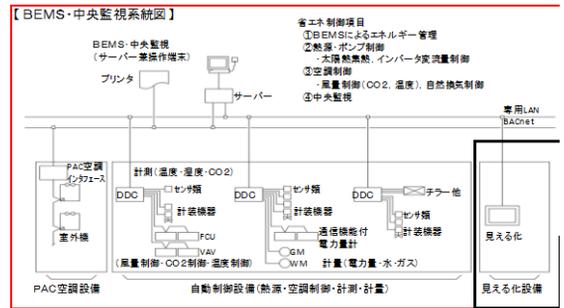
#### <単位床面積当たりの価格>

- 補助対象のみ・設備費：42,427 円/㎡
- 補助対象のみ・設備費+工事費：72,862 円/㎡

#### 外観パース



#### BEMS・中央監視系統図



#### <導入設備の概要>

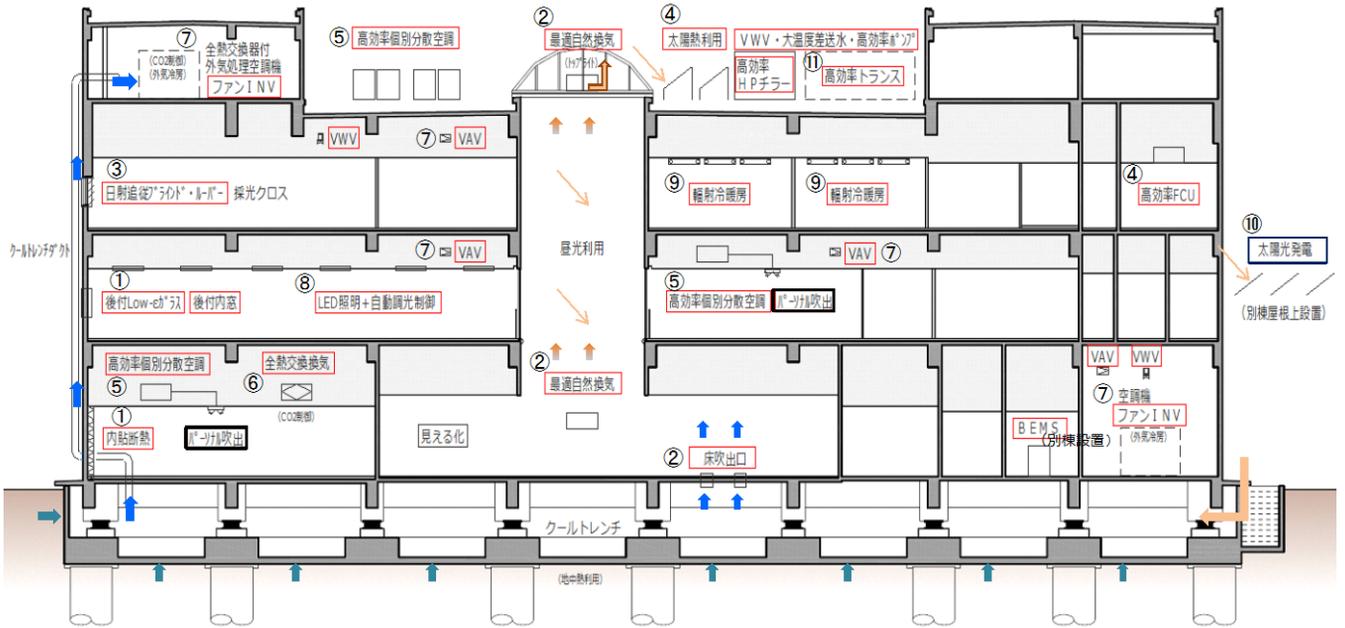
外皮	外壁	● 硬質ウレタンフォーム15mm
	屋根	● 押出法ポリスチレンフォーム25mm
窓	● 後付Low-Eペアガラス	
	● 後付内窓	
熱源方式	● ブラインド	
	● ルーバー	
機器	● トップライト	
	● 中央・個別併用	
システム I	● 空冷ヒートポンプチラー	
	● EHP	
システム II	● 太陽熱集熱器	
	● 未利用エネルギー活用	
空調	● 台数制御方式	
	● 変流量方式	
システム II	● 回転数制御	
	● 全熱交換器	
システム II	● 最小外気取り入れ量制御	
	● 放射空調	
システム II	● タスク・アンビエント空調	
	● CO <sub>2</sub> センサー制御	
システム II	● 外気冷房	
	● 変風量方式 (VAV)	
システム II	● 変流量方式 (VWV)	
	● 大温度差による送水システム	

機械換気	機器	● 第一種換気 ● 第三種換気
照明	機器	● LED
	システム	● 明るさ感知制御 ● タイムスケジュール制御 ● 在室検知制御 ● デジタル個別制御 ● 日射追従ブラインド制御
給湯	熱源方式	● アトリウム ● 採光クロス
再生可能エネルギー等	熱源方式	● 個別方式
	熱源方式	● 太陽光発電 ● 風利用 ● 高効率トランス変圧器への更新
BEMS	熱源方式	● データ出力機能 ● タイムプログラム制御 ● 日・月・年報の表示・出力 ● トレンドグラフ表示 ● 機器履歴管理 ● 稼働実績管理 ● 警報データ管理 ● 見える化 ● エネルギー利用算定計画
	熱源方式	● 設備と利用者間連携制御システム ● 負荷コントロール ● チューニング等
システム制御等	熱源方式	● 見える化設備

注) 赤字の導入設備は、エネルギー消費性能計算プログラム（非住宅版）Ver.2.4.0（2017.10）において、定量評価ができない技術

## <設備・システム概要>

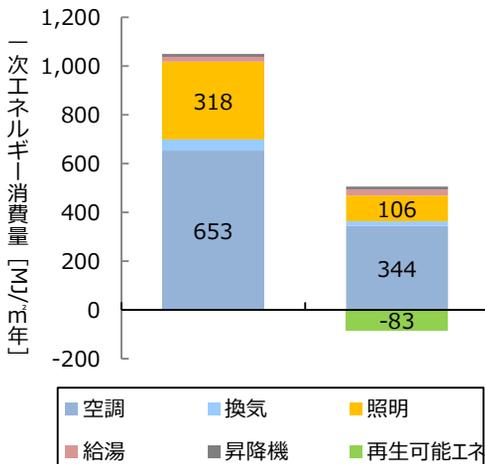
- 敷地は、第2種住居地域であり、近傍に高層建築物は存在しない。また、本館は敷地境界から十分な距離を有しており、長時間の日照が期待できる事から、屋上に太陽熱利用設備を計画した。
- 屋上までの吹抜けを有する建物中央部のエントランスホールに、パッシブ要素技術として最適自然換気システムを計画した。
- ガラスカーテンウォールにより構成される南北面外壁については、主な空調対象室開口部に断熱補強及び日射遮蔽のシステムを計画した。また、コンクリート壁中心の東西妻壁については、主な空調対象室に内貼断熱補強を計画した。
- 免震ピットをクールトレンチとし、地中熱利用を計画した。



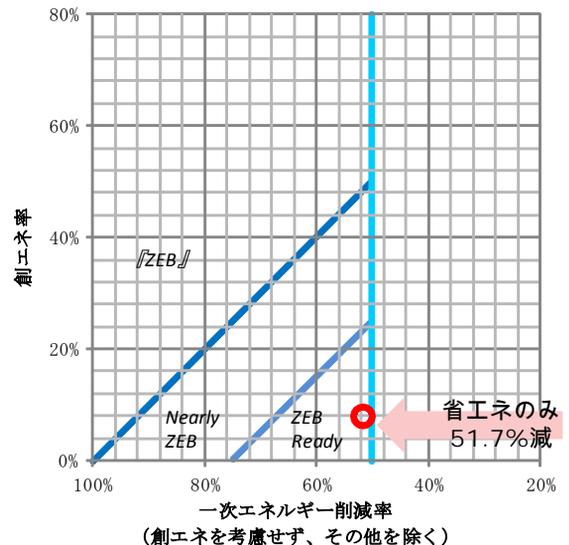
- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>① 外皮性能向上<br/>窓 後付Low-Eガラス 後付内窓 U:2.64W/m<sup>2</sup>・K<br/>外壁 内貼断熱</li> <li>② 最適自然換気<br/>クールトレンチより吸気、屋上換気窓より排気</li> <li>③ 日射追従ルーバ<br/>外側に日射追従ルーバ取付</li> <li>④ 太陽熱利用+空冷ヒートポンプチラー熱源設備<br/>温熱源に太陽熱利用<br/>VWV方式、大温度差送水方式</li> <li>⑤ パーソナル吹出し高効率型個別分散空調</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>⑥ 全熱交換換気<br/>CO<sub>2</sub>制御</li> <li>⑦ クールトレンチ利用外気処理空調機<br/>外気処理空調機を変風量方式に改造、末端にVAV<br/>ユニット新設</li> <li>⑧ LED照明+自動調光制御</li> <li>⑨ 輻射冷暖房</li> <li>⑩ 太陽光発電<br/>PV:30kW</li> <li>⑪ 高効率トランス</li> </ul> |
|--|---|

## <エネルギー性能評価>

- 当該ビルの設計一次エネルギー消費量は506MJ/m<sup>2</sup>年（再生可能エネルギーを含むと423MJ/m<sup>2</sup>年）であり、基準に比べ約51.7%の省エネを実現している。



	単位: MJ/m <sup>2</sup> 年		
	基準	設計	BPI/BEI
外皮	450	366	0.81
空調	653	344	0.53
換気	46	19	0.40
照明	318	106	0.33
給湯	20	25	1.27
昇降機	12	12	1.00
計	1,050	506	0.48
再生可能エネルギー	0	-83	-
計	1,050	423	0.40



## 7.2 モデルビルの参考情報

### エネルギー消費性能計算プログラム（非住宅版） 算定結果

#### 1. 計算条件

計算実施日時	2018年2月7日 16時32分	
入力責任者		
プログラムのバージョン	Ver.2.4.0 (2017.10)	
XML ID	dbc94163-9058-42cd	
再出力コード	PPRW-MSLA-SZN*-XPFI	

#### 2. 建物の概要

建物名称	2000m2事務所ビル
建物所在地	東京都中央区〇〇町〇〇番地
地域区分	6 地域
日射地域区分	未設定
「他人から供給された熱」の一次エネルギー換算値	指定しない（冷熱） 指定しない（温熱）
構造	鉄筋コンクリート造
階数	地上 3
敷地面積	1200 m2
建築面積	564 m2
延べ面積	1706 m2

#### 3. PAL \*・一次エネルギー消費量計算結果

		設計値	基準値
PAL *		370	470
		設計一次エネルギー消費量	基準一次エネルギー消費量
内訳	空調設備	799.76 GJ/年( 468.79 MJ/延床m2年)	1,641.31 GJ/年( 962.08 MJ/延床m2年)
	換気設備	20.21 GJ/年( 11.85 MJ/延床m2年)	26.68 GJ/年( 15.64 MJ/延床m2年)
	照明設備	374.25 GJ/年( 219.38 MJ/延床m2年)	780.84 GJ/年( 457.70 MJ/延床m2年)
	給湯設備	27.05 GJ/年( 15.86 MJ/延床m2年)	22.06 GJ/年( 12.93 MJ/延床m2年)
	昇降機	21.33 GJ/年( 12.51 MJ/延床m2年)	24.00 GJ/年( 14.07 MJ/延床m2年)
	効率化設備	0.00 GJ/年( 0.00 MJ/延床m2年)	
	その他	661.71 GJ/年( 387.87 MJ/延床m2年)	661.71 GJ/年( 387.87 MJ/延床m2年)
合計		1,904.4 GJ/年( 1,116.30 MJ/延床m2年)	3,156.6 GJ/年( 1,850.29 MJ/延床m2年)
合計(その他抜き)		1,242.7 GJ/年( 728.43 MJ/延床m2年)	2,494.9 GJ/年( 1,462.43 MJ/延床m2年)

本計算結果は、当該建築物が建設される地域区分及び設計内容に、一定の運用スケジュールに基づく設備機器の運転条件等を想定し計算されたもので、実際の運用に伴うエネルギー消費量とは異なります。

#### 4. 判定結果

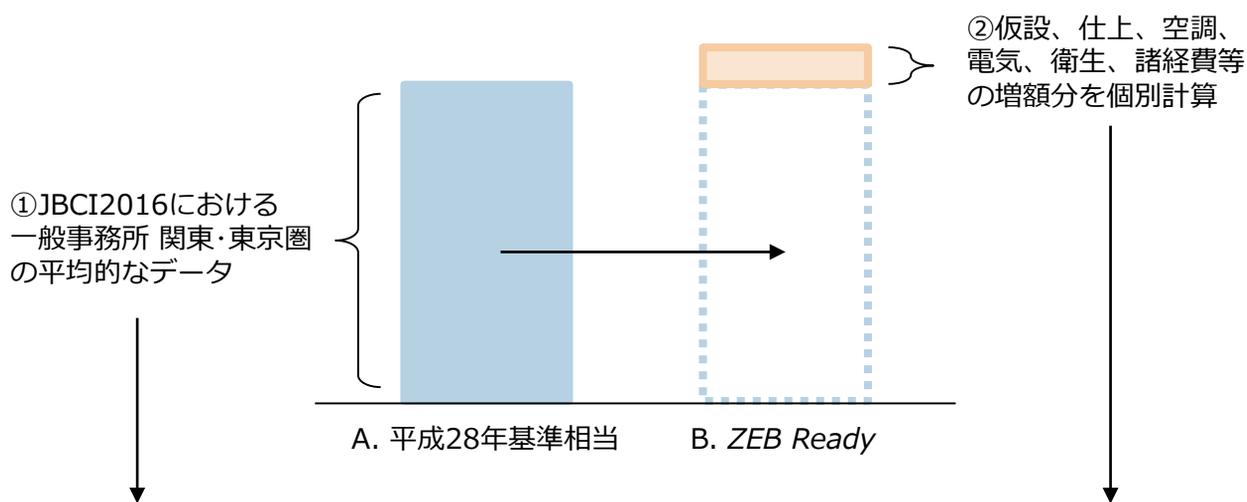
BPI	(PAL * 設計値 / PAL * 基準値)	0.79
BEI	(「その他」を除く一次エネ設計値 / 「その他」を除く一次エネ基準値)	0.50

		適否	基準一次エネルギー消費量	
建築物省エネ法	エネルギー消費性能基準	新築建築物	適合 3,156.6 GJ/年( 1,850.29 MJ/延床m2年)	
		既存建築物※	適合 3,406.1 GJ/年( 1,996.54 MJ/延床m2年)	
	誘導基準	新築建築物	適合 2,657.7 GJ/年( 1,557.85 MJ/延床m2年)	
		既存建築物※	適合 3,156.6 GJ/年( 1,850.29 MJ/延床m2年)	
低炭素建築物 新築等計画認定制度		適合	2,907.2 GJ/年( 1,704.10 MJ/延床m2年)	

※ 既存建築物とは、建築物省エネ法施行時点で現存する建築物のことをいう。

## 概算費用の算出方法

- 「A. 平成28年基準相当」、「B. ZEB Ready」における概算費用比較結果を実施した。なお、費用比較にあたっては、以下の方法に基づいている。
  - 「A. 平成28年基準相当」：一般財団法人 建設物価調査会が運営する建設物価本であるジャパン・ビルディング・コスト・インフォメーション2016 (JBCI2016) ) における、「一般事務所 関東・東京圏」の平均的なデータ (単位床面積あたりの費用) を使用。
  - 「B. ZEB Ready」：「A. 平成28年基準相当」に加え、省エネルギー率50%を実現するビルの仕様に合わせて、仮設、仕上、空調設備、電気設備、衛生設備、諸経費等の増額分をそれぞれ算出し、積み上げ。
- なお、概算費用は、本ガイドラインにおけるケーススタディでのモデルビルを対象とした試算結果であり、経済状況に伴う物価変動や建物仕様の変更等により、概算費用結果も変動する可能性がある。また、ZEB Ready (省エネルギー率50%) を超えるビルを設計する上では、省エネ効果が高いが初期費用も高い建築的手法 (アトリウムやボイド等による自然換気や昼光利用) の導入も検討する必要がある点について、ご留意いただきたい。



### ① 一般事務所 関東・東京圏の平均費用

	平均値 (千円/㎡)	金額(百万円) ※2,000㎡	構成比
建築工事仕上 (高断熱/日射遮蔽)	104.0	208	29.5%
電気設備 (照明)	33.7	67	9.6%
衛生設備 (給湯)	19.0	38	5.4%
空調設備 (空調+換気)	26.3	53	7.5%
昇降機	6.9	14	2.0%
仮設	22.2	44	6.3%
土工	11.1	22	3.2%
地業	14.4	29	4.1%
躯体	74.1	148	21.0%
諸経費	40.4	81	11.5%
合計	352.1千円/㎡	704	100.0%

### ② 増額分の個別計算における単価根拠

項目	根拠資料	掛率
二層複層ガラス	建築コスト情報201610秋	100%
水平庇	メカ-見積	70%
押出法ポリスチレンフォーム保温板	カタログ価格	60%
枠組本足場	建築コスト情報201610秋	100%
空冷ヒートポンプパッケージ	カタログ価格	50%
自動制御設備	メカ-概算見積	40%
機械設備労務費	2016年 公共工事設計労務単価	100%
照明器具 (Hf蛍光灯)	メーカー見積	40%
照明器具 (LED蛍光灯)	メーカー見積	50%
照明制御設備	メーカー概算見積	45%
電気設備労務費	2016年 公共工事設計労務単価	100%

※「A. 平成28年基準相当」「B. ZEB Ready」の建築仕様・導入設備の詳細は、「2.3 本ガイドラインにおけるケーススタディの概要」を参照いただきたい。

## 建物概算費用比較結果 (1/5)

### 建築工事仕上 (高断熱/日射遮蔽)

単位：百万円

A：平成28年基準相当			B：ZEB Ready			差額	単位	数量
名称/摘要	算出方法	金額	名称/摘要	算出方法	金額			
二層複層ガラス Low-E:無し	-	-	二層複層ガラス Low-E:1枚+断熱ガス	-	-	-	m	455
<屋根断熱> 押出法ポリスチレン フォーム保温板 1種50mm	-	-	<屋根断熱> 押出法ポリスチレン フォーム保温板 3種100mm	-	-	-	m	1,097
<外壁断熱> 押出法ポリスチレン フォーム保温板 1種25mm	-	-	<外壁断熱> 押出法ポリスチレン フォーム保温板 3種50mm	-	-	-	m	1,381
高断熱 小計	上記項目の合計	6		上記項目の合計	12	6		
日射遮蔽なし	-	-	水平庇 窓上1.4m 7mm W600	-	-	-	m	288
日射遮蔽 小計	上記項目の合計	0		上記項目の合計	13	13		
建築工事 仕上 窓・断熱 計		6			24	18		

注) 「A. 平成28年基準相当」「B. ZEB Ready」で異なる箇所は下線  
出所) 公益社団法人 日本建築積算協会の協力のもと、  
ZEBロードマップ フォローアップ委員会による試算結果に基づく

※「A. 平成28年基準相当」「B. ZEB Ready」の建築仕様・導入設備の詳細は、「2.3 本ガイドラインにおけるケーススタディの概要」を参照いただきたい。

## 建物概算費用比較結果 (2/5)

### 空調設備 (空調)

単位：百万円

A：平成28年基準相当			B：ZEB Ready			差 額	単 位	数 量
名称／摘要	算出方法	金 額	名称／摘要	算出方法	金 額			
パッケージエアコンディショナ (空冷式) 100kW COP冷房 3.1 / 暖房 3.6	-	-	パッケージエアコンディショナ (空冷式) 100kW COP冷房 3.6 / 暖房 3.9	-	-	-	台	1
パッケージエアコンディショナ (空冷式) 61.5kW COP冷房 3.1 / 暖房 3.6	-	-	パッケージエアコンディショナ (空冷式) 61.5kW COP冷房 3.6 / 暖房 3.8	-	-	-	台	2
高効率熱源 小計	上記項目の合計	7	上記項目の合計	9	1			
ストレートシロココファン 870m3/h×2台 (給気、排気)	-	-	ストレートシロココファン 870m3/h×2台 (給気、排気)	-	-	-	組	3
ストレートシロココファン 1000m3/h×2台、800m3/h×2台 (給気、排気)	-	-	室内機制御 全熱交換器 (全熱交換率60%・ 設計風量1000+800 m3/h)	-	-	-	組	2
ストレートシロココファン 780m3/h×2台 (給気、排気)	-	-	ストレートシロココファン 780m3/h×2台 (給気、排気)	-	-	-	組	2
ストレートシロココファン 480m3/h×2台 (給気、排気)	-	-	ストレートシロココファン 480m3/h×2台 (給気、排気)	-	-	-	組	3
空調制御 小計	上記項目の合計	2	上記項目の合計	2	1			
空調設備 空調 計		9			11	2		

注) 「A. 平成28年基準相当」「B. ZEB Ready」で異なる箇所は下線  
出所) 公益社団法人 日本建築積算協会の協力のもと、  
ZEBロードマップ フォローアップ委員会による試算結果に基づく

※「A. 平成28年基準相当」「B. ZEB Ready」の建築仕様・導入設備の詳細は、「2.3 本ガイドラインにおけるケーススタディの概要」を参照いただきたい。

## 建物概算費用比較結果 (3/5)

### 空調設備 (換気)

単位：百万円

A：平成28年基準相当			B：ZEB Ready			差 額	単 位	数 量
名称/摘要	算出方法	金 額	名称/摘要	算出方法	金 額			
1F便所換気 340m <sup>3</sup> /h 1/2消音 0.15kw JIS C4210 標準モーター	-	-	1F便所換気 340m <sup>3</sup> /h 1/2消音 0.15kw JIS C4210 標準モーター	-	-	-	台	1
2F・3F便所換気 560m <sup>3</sup> /h 1/2消音 0.15kw JIS C4210 標準モーター	-	-	2F・3F便所換気 560m <sup>3</sup> /h 1/2消音 0.15kw JIS C4210 標準モーター	-	-	-	台	2
湯沸換気 200m <sup>3</sup> /h 1/2消音 0.15kw JIS C4210 標準モーター	-	-	湯沸換気 200m <sup>3</sup> /h 1/2消音 0.15kw JIS C4210 標準モーター	-	-	-	台	3
更衣・休憩換気 100m <sup>3</sup> /h 1/2消音 0.15kw JIS C4210 標準モーター	-	-	更衣・休憩換気 100m <sup>3</sup> /h 1/2消音 0.15kw JIS C4210 標準モーター	-	-	-	台	2
高効率電動機 小計	上記項目の合計	1		上記項目の合計	1	0		
制御なし	-	-	制御なし	-	-	-		
送風量制御 小計	上記項目の合計	0		上記項目の合計	0	0		
空調設備 換気 計		1			1	0		

注) 「A. 平成28年基準相当」「B. ZEB Ready」で異なる箇所は下線  
出所) 公益社団法人 日本建築積算協会の協力のもと、  
ZEBロードマップ フォローアップ委員会による試算結果に基づく

※「A. 平成28年基準相当」「B. ZEB Ready」の建築仕様・導入設備の詳細は、「2.3 本ガイドラインにおけるケーススタディの概要」を参照いただきたい。

## 建物概算費用比較結果 (4/5)

### 電気設備 (照明)

単位：百万円

A：平成28年基準相当			B：ZEB Ready						
名称／摘要	算出方法	金額	名称／摘要	算出方法	金額	差額	単位	数量	
廊下 Hf (2400lm/35W)	-	-	廊下 LED (2400lm/19.9W)	-	-	-	台	36	
ロビー Hf (5500lm/87W)	-	-	ロビー LED (5500lm/81W)	-	-	-	台	20	
更衣室または倉庫 Hf (4950lm/48W)	-	-	更衣室または倉庫 LED (4950lm/47W)	-	-	-	台	8	
便所 Hf (2400lm/35W)	-	-	便所 LED (2400lm/19.9W)	-	-	-	台	22	
湯沸室 Hf (4950lm/48W)	-	-	湯沸室 LED (4950lm/19.9W)	-	-	-	台	6	
会議室 Hf (4950lm×2/95W)	-	-	会議室 LED (5040lm/47W)	-	-	-	台	5	
事務室 Hf (4950lm×2/95W) ※照明台数228台	-	-	事務室 LED (5040lm/47W) ※照明台数300台	-	-	-	台		
高効率照明 小計	上記項目の合計	7		上記項目の合計	15	9			
制御なし	-	-	事務室の明るさ検知制御／タイムスケジュール制御／初期照度補正制御	-	-	-			
照明制御 小計	上記項目の合計	0		上記項目の合計	7	7			
電気設備 照明 計		7			23	16			

### 衛生設備 (給湯)

単位：百万円

A：平成28年基準相当			B：ZEB Ready						
名称／摘要	算出方法	金額	名称／摘要	算出方法	金額	差額	単位	数量	
節湯器具 なし	-	-	節湯器具 自動給湯栓	-	-	-	箇所	4	
給湯管断熱 GW保温筒20A			給湯管断熱 ポリスチレンフォーム20A				箇所	1,020	
省エネ給湯 小計	上記項目の合計	2		上記項目の合計	4	2			
衛生設備 給湯 計		2			4	2			

注) 「A. 平成28年基準相当」「B. ZEB Ready」で異なる箇所は下線  
出所) 公益社団法人 日本建築積算協会の協力のもと、  
ZEBロードマップ フォローアップ委員会による試算結果に基づく

※「A. 平成28年基準相当」「B. ZEB Ready」の建築仕様・導入設備の詳細は、「2.3 本ガイドラインにおけるケーススタディの概要」を参照いただきたい。

## 建物概算費用比較結果 (5/5)

### 建築工事 (直接仮設工事/仮設工事/諸経費)

単位：百万円

A：平成28年基準相当			B：ZEB Ready					
名称/摘要	算出方法	金額	名称/摘要	算出方法	金額	差額	単位	数量
庇取付用	-	-	庇取付用 枠組本足場 W600	-	-	-	m	1,423
建築工事 直接仮設工事 計	①	0		①	4	4		
直接工事 合計	-	-	直接工事 合計	-	-	-		
増分 仮設工事	②=直接工事 ×共通仮設費率	1	共通仮設費	②=直接工事 ×共通仮設費率	3	2	%	3.15%
増分 純工事 合計	-	-	増分 純工事 合計	-	-	-		
増分 現場管理費	③=純工事 ×現場管理費率	-	増分 現場管理費	③=純工事 ×現場管理費率	-	-	%	7.07%
増分 工事原価 合計	-	-	増分 工事原価 合計	-	-	-		
増分 一般管理費等	④=工事原価 ×一般管理費率	-	増分 一般管理費等	④=工事原価 ×一般管理費率	-	-	%	9.13%
増分 諸経費 合計	③+④	0		③+④	18	10		

※共通仮設費率・現場管理費率・一般管理費率=国土交通省 新営建築工事 直接工事費36億、工期24ヵ月を採用

#### ■増金額 集計 単位：百万円

仮設	①+②	6
仕上		32
電気設備		16
衛生設備		2
空調設備		2
諸経費	③+④	10
合計		67

注)「A. 平成28年基準相当」「B. ZEB Ready」で異なる箇所は下線  
出所) 公益社団法人 日本建築積算協会の協力のもと、  
ZEBロードマップ フォローアップ委員会による試算結果に基づく

# これからの環境建築の方向性 ZEB設計ガイドライン 〈ZEB Ready・小規模事務所編〉

本編

中規模事務所編



老人ホーム・  
福祉ホーム編



スーパーマーケット／  
ホームセンター編



病院編



Ver. 1 2018年4月  
編著 ZEBロードマップフォローアップ委員会

〈委員長〉

田辺 新一 早稲田大学創造理工学部建築学科 教授

〈委員〉

秋元 孝之 芝浦工業大学工学部建築工学科 教授  
大岡 龍三 東京大学生産技術研究所 教授  
齋藤 卓三 一般財団法人 ベターリビング 住宅・建築評価センター 認定・評価部長  
嶋村 和行 一般社団法人 日本建設業連合会  
大成建設株式会社 エネルギー・環境担当 エグゼクティブ・フェロー  
鈴木 康史 一般社団法人 不動産協会 環境委員会委員長  
東京建物株式会社 ビルエンジニアリング部長  
工学院大学建築学部建築学科 准教授  
富樫 英介 株式会社日建設計総合研究所 理事 主席研究員  
丹羽 英治 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 省エネルギー部 統括主幹  
松前 好博 株式会社日本設計 常務執行役員 環境・設備統括品質管理担当  
柳井 崇

オブザーバー 経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 省エネルギー課  
国土交通省 大臣官房 官庁営繕部 設備・環境課  
国土交通省 住宅局 住宅生産課  
文部科学省 大臣官房 文教施設企画部  
環境省 地球環境局 地球温暖化対策課