

ZEBのデザインメソッド

ZEBの基本的事項及び実現に向けた障壁とその対応策

丹羽英治（日建設計総合研究所）



目次

1. 省エネルギー建築からZEBへ
2. ZEBの動向
3. ZEBのデザインメソッド
4. ZEBからカーボンニュートラルへ
5. 実現に向けた障壁と対応策



1. 省エネルギー建築からZEBへ

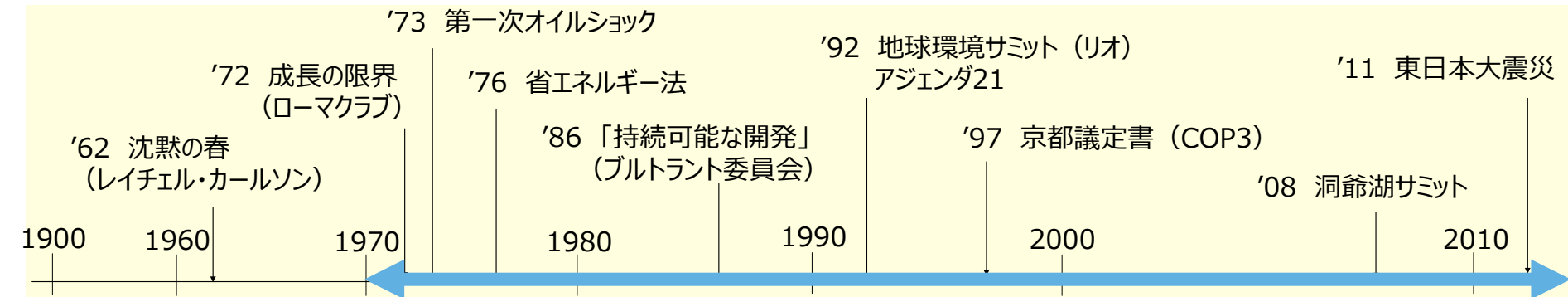
日本の伝統的家屋にみる環境との共生

- 1) 室内環境の変化を享受する
- 2) 負荷を制御、抑制する
- 3) 自然エネルギーを利用する
- 4) 自然の素材を利用する

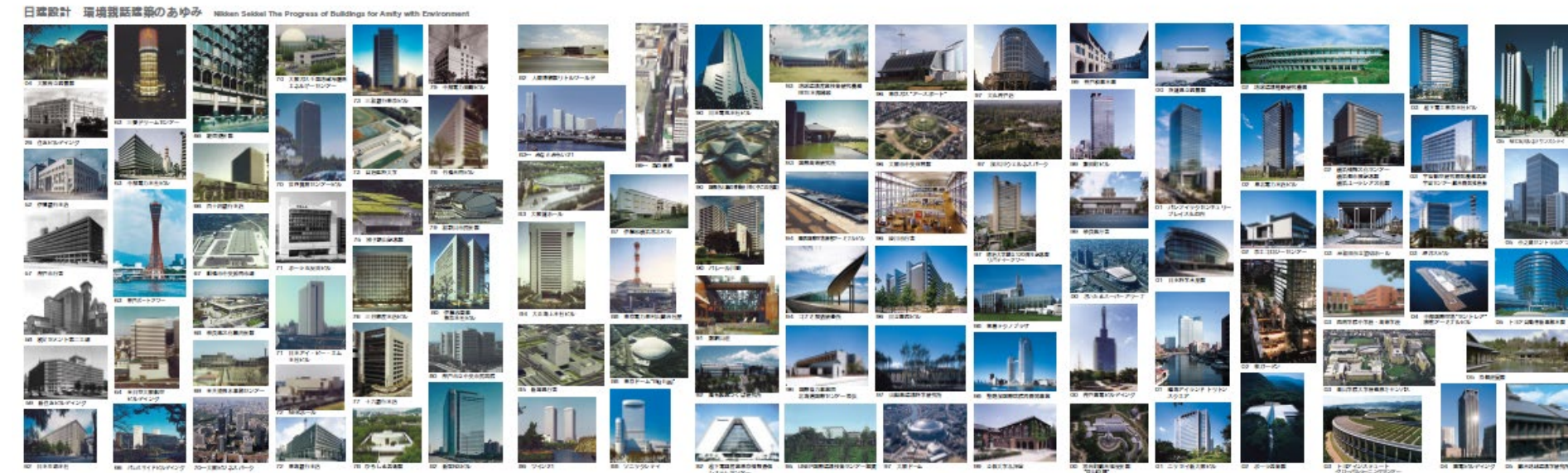
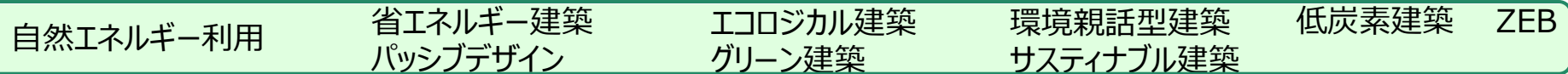


環境建築のあゆみ 省エネルギー建築からZEBへ

◇サステナビリティに関する動き



◇デザイントレンド



自然エネルギー利用による省エネルギー

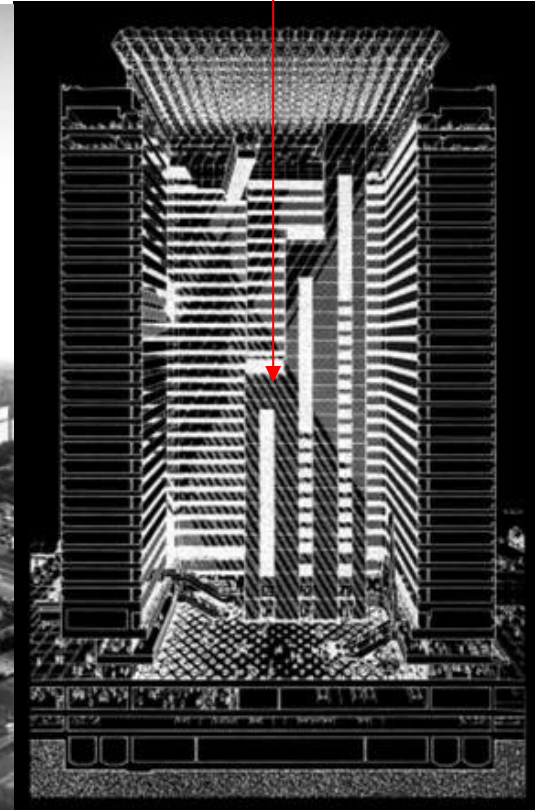
自然採光と自然換気による省エネルギー

自然換気を促進するアトリウム



自然採光（1960年代）

日射を制御する庇

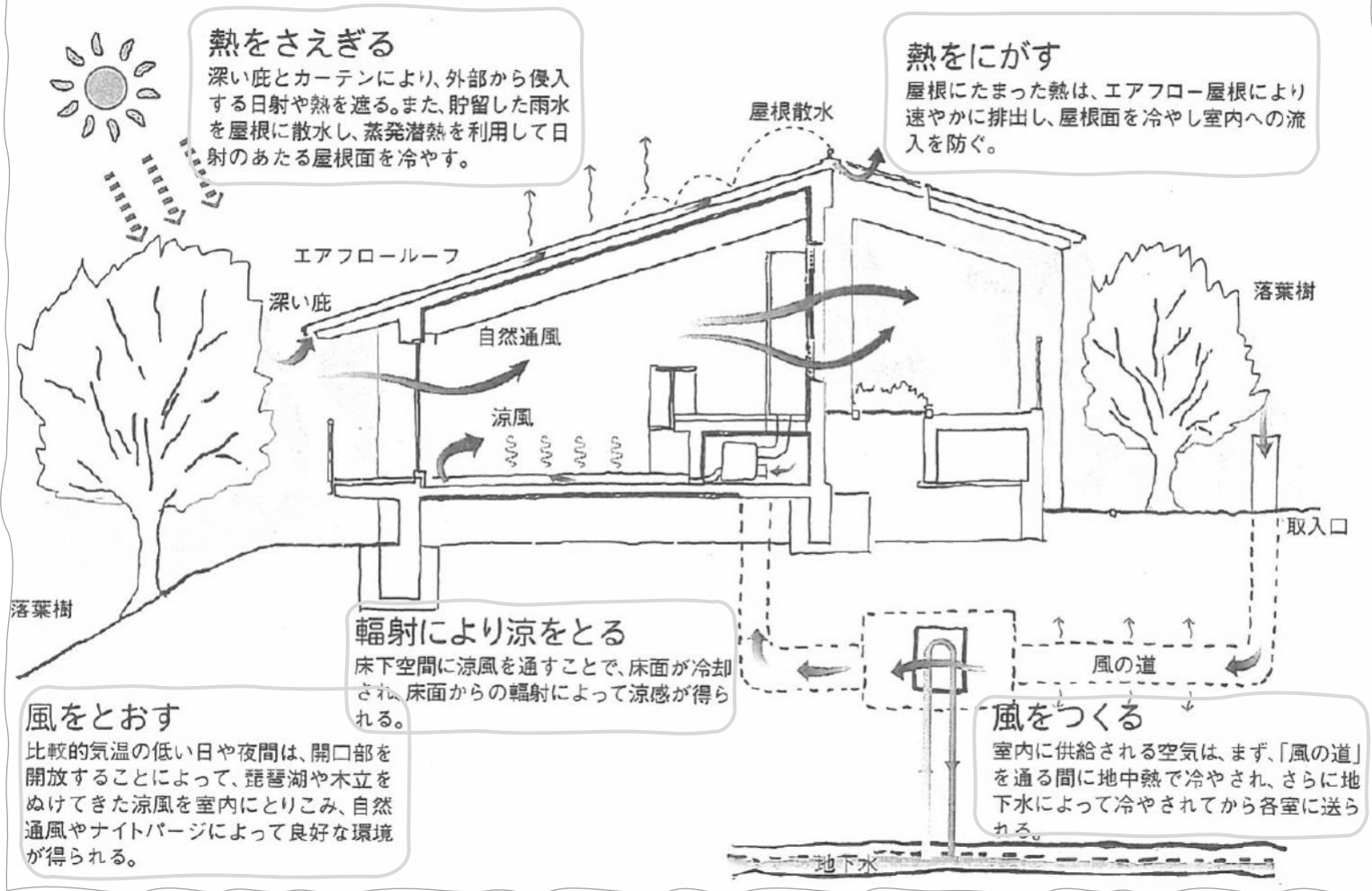


自然換気（1980年代）

パッシブデザイン×自然エネルギー利用

□夏を涼しく過ごすために

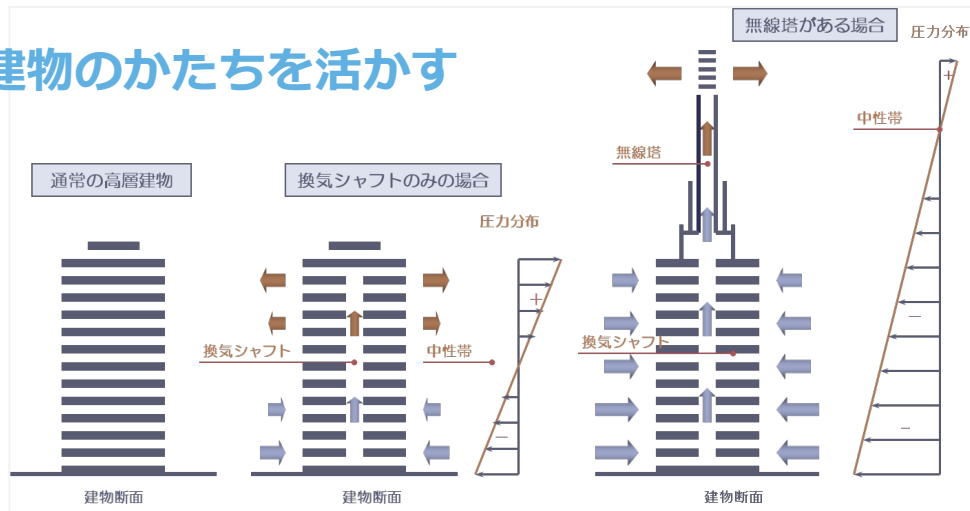
宿泊室



パッシブデザイン 化石エネルギーに依存しない冷房システム（1995年）

高層建築の環境負荷削減

建物のかたちを活かす



自然換気システムの原理

光を取り込む

太陽光発電
太陽電池パネル設置 発電出力18kW

自然採光
照度センサにより照明制御
照明電力を25%低減

熱をさえる

熱線反射ペアガラスの採用
外部からの熱の侵入・損失を低減

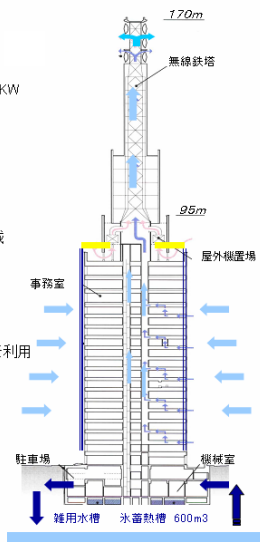
水を大切にする

地下水の利用
空調熱源水、雑用水として地下水を利用

水の備蓄
非常時の雑用水、消火用水を確保

材料に配慮する

ノンフロン材料の使用
代替冷媒の使用
リサイクル材の使用



風をよびこむ

無線塔を利用した自然換気
無線塔の通風力を利用して
建物全体を自然換気する。
熱源動力、搬送動力を計20%削減

熱をあやつる

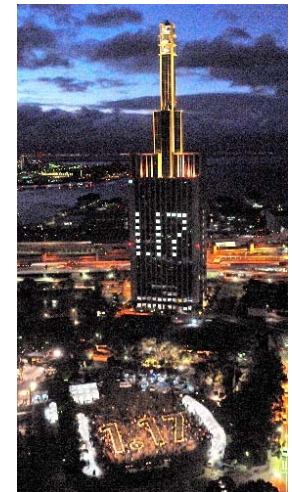
24時間連続空調
連続空調によって負荷を平準化し、
空調容量を低減する
全蓄熱式熱源
水蓄熱によって負荷をすべて夜間移行する

エネルギーを大切にする

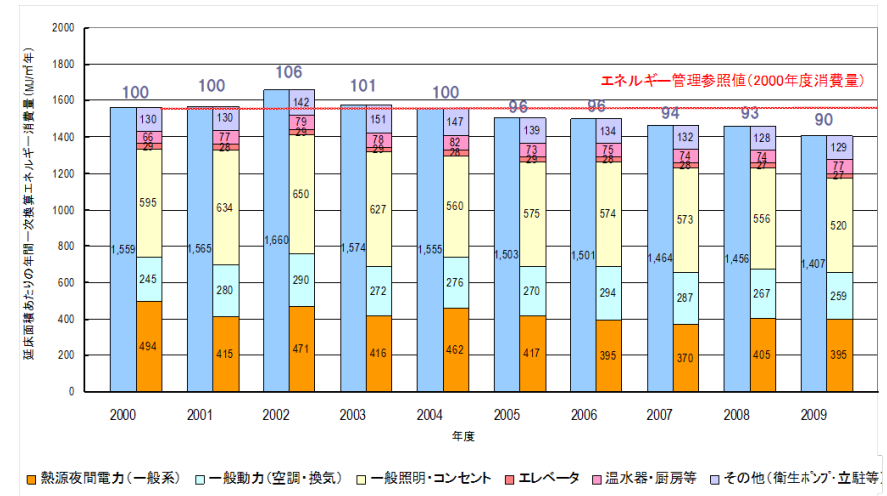
大温度差低温送風システム
空気側搬送温度差14°C確保
搬送動力を20%削減

照明自動昼光制御
初期照度補正により
初期の照明電力を15%削減

地下水利用ヒートポンプ
地下水を熱源のヒートソース、ヒートシンク
として利用



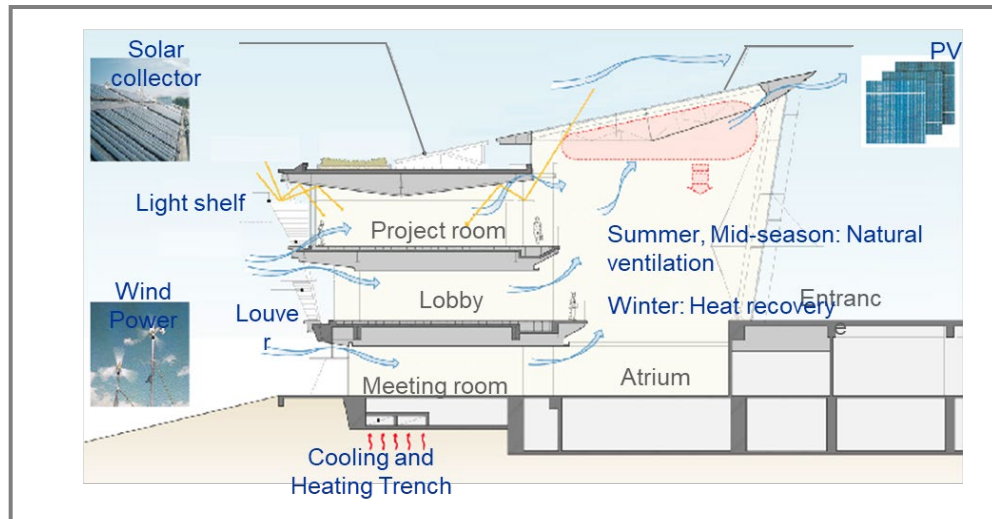
震災復興シンボル



継続的な性能維持

環境共生建築における環境負荷削減の取り組み（2000年竣工）

パッシブ手法×アクティブ手法



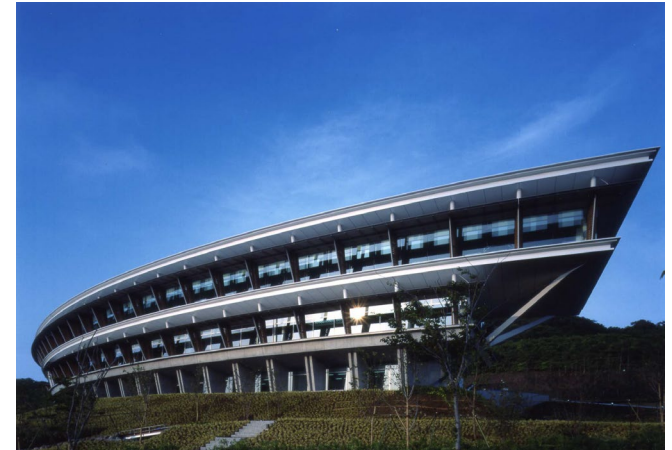
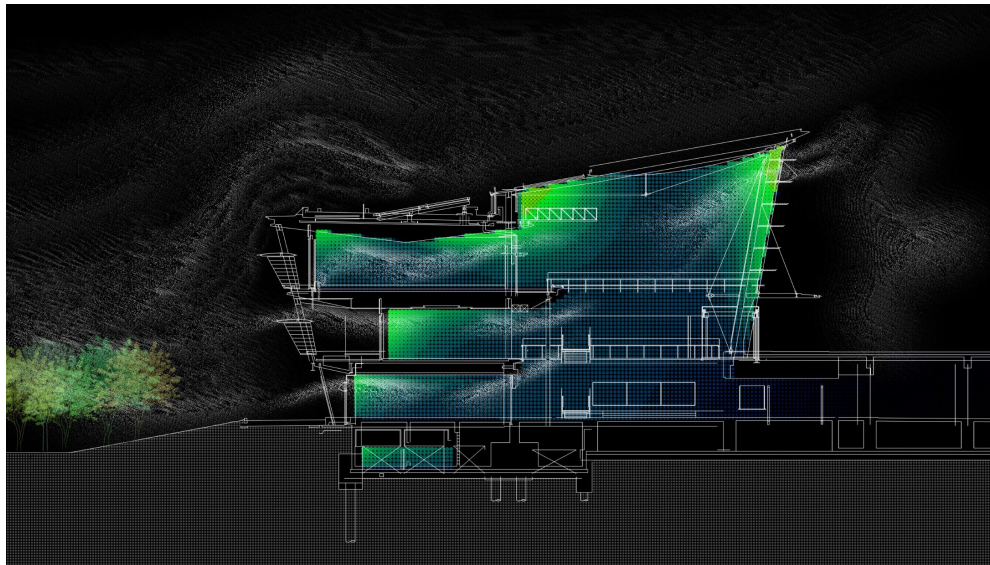
パッシブ手法

- 1) 自然換気
- 2) 自然採光
- 3) 地熱利用

アクティブ手法

- 4) 太陽光発電
- 5) 太陽熱利用

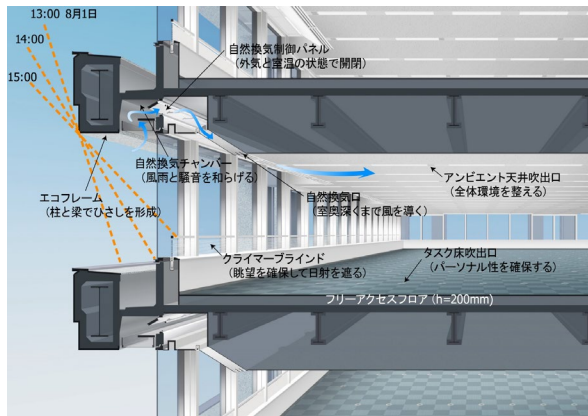
建物のかたちをデザインする



環境共生建築におけるパッシブ・アクティブ手法の併用（2002年）

環境共生建築×高効率インフラ

環境共生建築



立地条件を活かす

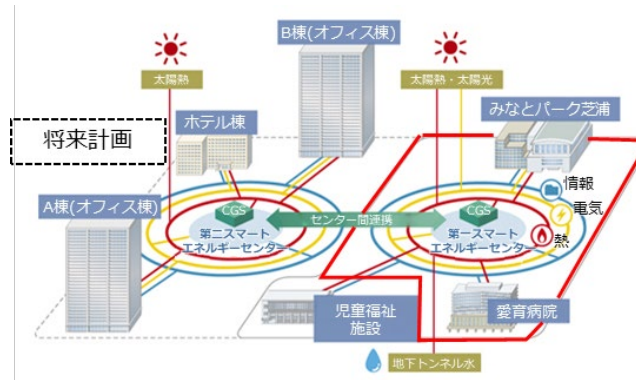


河川水利用

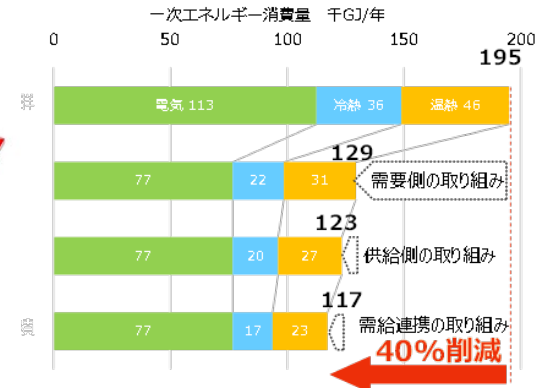


環境共生建築×高効率（河川水利用）地域冷暖房（2005年）

スマートエネルギーネットワークシステム



需給連携のまちづくり



需要側の取り組み×供給側の取り組み（2015年）



2. ZEBの動向

ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）の動向

Phase-1) ZEB化に向けた世界的な動き 2005年頃～

エネルギー資源保護・地球温暖化防止の観点から、ZEBの実現が急務であることが世界的に認識されてきた。（米国、英国を中心に）

Phase-2) エネルギー自給（自立）の必要性

欧州では、ロシアのウクライナへのガス供給停止（2006年）以降、日本では、東日本大震災（2011年）以後、エネルギーセキュリティの観点から建築・都市のエネルギー自給の必要性が強く認識された。

Phase-3) ZEBの定義や評価方法の検討 2012年頃～

ZEB の定義や評価方法の確立、デザインメソッドの体系化が求められ、国や学会等での議論がなされた。また、普及・支援方策が検討された。

Phase-4) 脱炭素・カーボンニュートラル社会への移行

パリ協定（2015年）以降、世界的な脱炭素・カーボンニュートラル社会への移行の要請を受けて、あらためて建築物のZEB化の必要性が認識されてきた。

「ZEBの定義と評価方法」 (SHASE-G-0017-2015) より

(1)定性的定義

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うえで、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。

(2)定量的定義

設定した境界における需要と供給の収支により、(1)または(2)式で定義する。(1)は生成(再生)/消費の収支、(2)は配送/逆送の収支を表現している。

$$G > \div C \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$E > \div D \quad \dots \dots \dots (2)$$

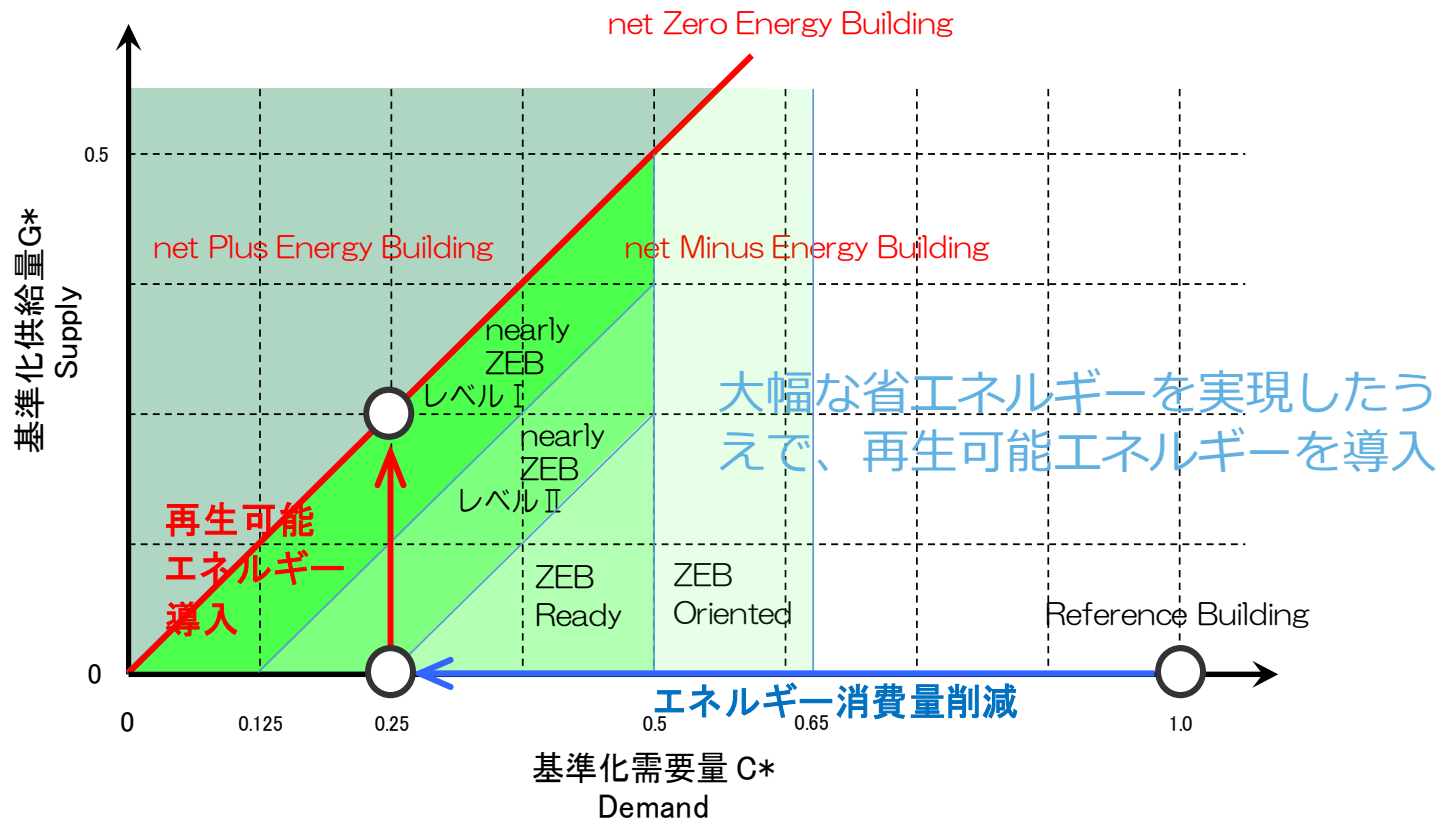
G : 生成(再生)エネルギー

C : 消費エネルギー

E : 逆送(外部へ供給したエネルギー)

D : 配送(外部から供給されたエネルギー)

ZEBのデザインアプローチ



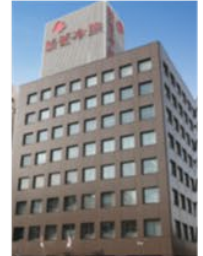
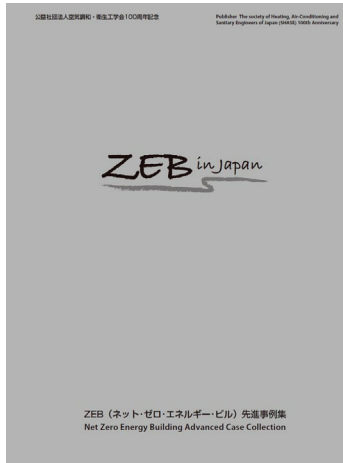
G^* : 標準化需要量 = 評価対象建築物の生成エネルギー / レファレンスビルの消費エネルギー
 C^* : 標準化供給量 = 評価対象建築物の消費エネルギー / レファレンスビルの消費エネルギー

ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）のアプローチ方法

空気調和・衛生工学会 ガイドライン「ZEBの定義と評価方法」（SHASE-G-0017-2015）より

日本におけるZEBのベストプラクティス

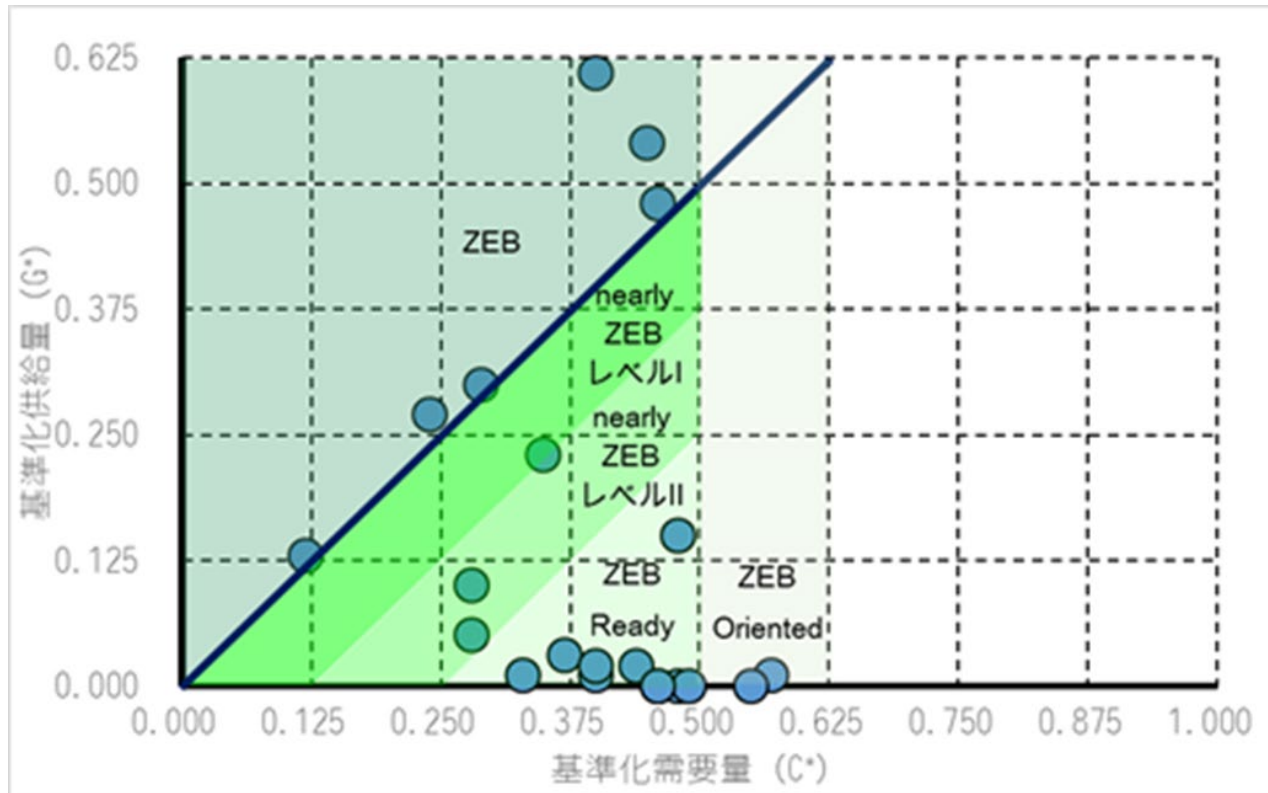
空気調和・衛生工学会／ZEB計画指針検討小委員会 2016年



日本におけるZEBの実現状況

ベストプラクティスの調査結果

全21件中	ZEB	6件	Nearly ZEB	4件
	ZEB Ready	9件	ZEB Oriented	2件

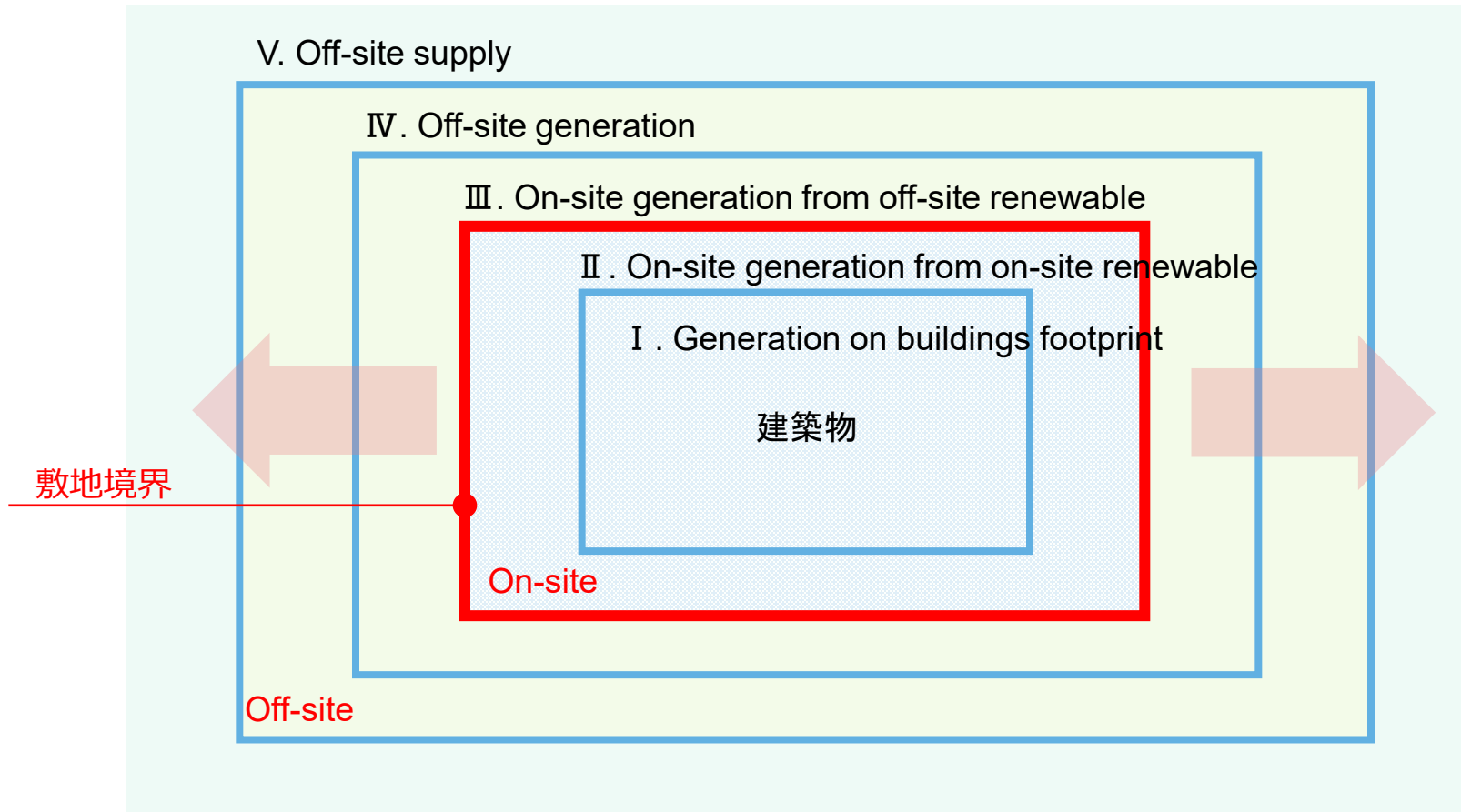


ZEBの実現状況の調査結果

空気調和・衛生工学会／ZEB価値評価手法検討小委員会 2021年

ZEBの定義の拡張 オンサイトからオフサイトへ

再生可能エネルギーの供給方法をオンサイトからオフサイトへ拡張
分類Ⅰ～Ⅲ→分類Ⅳ→分類Ⅴ

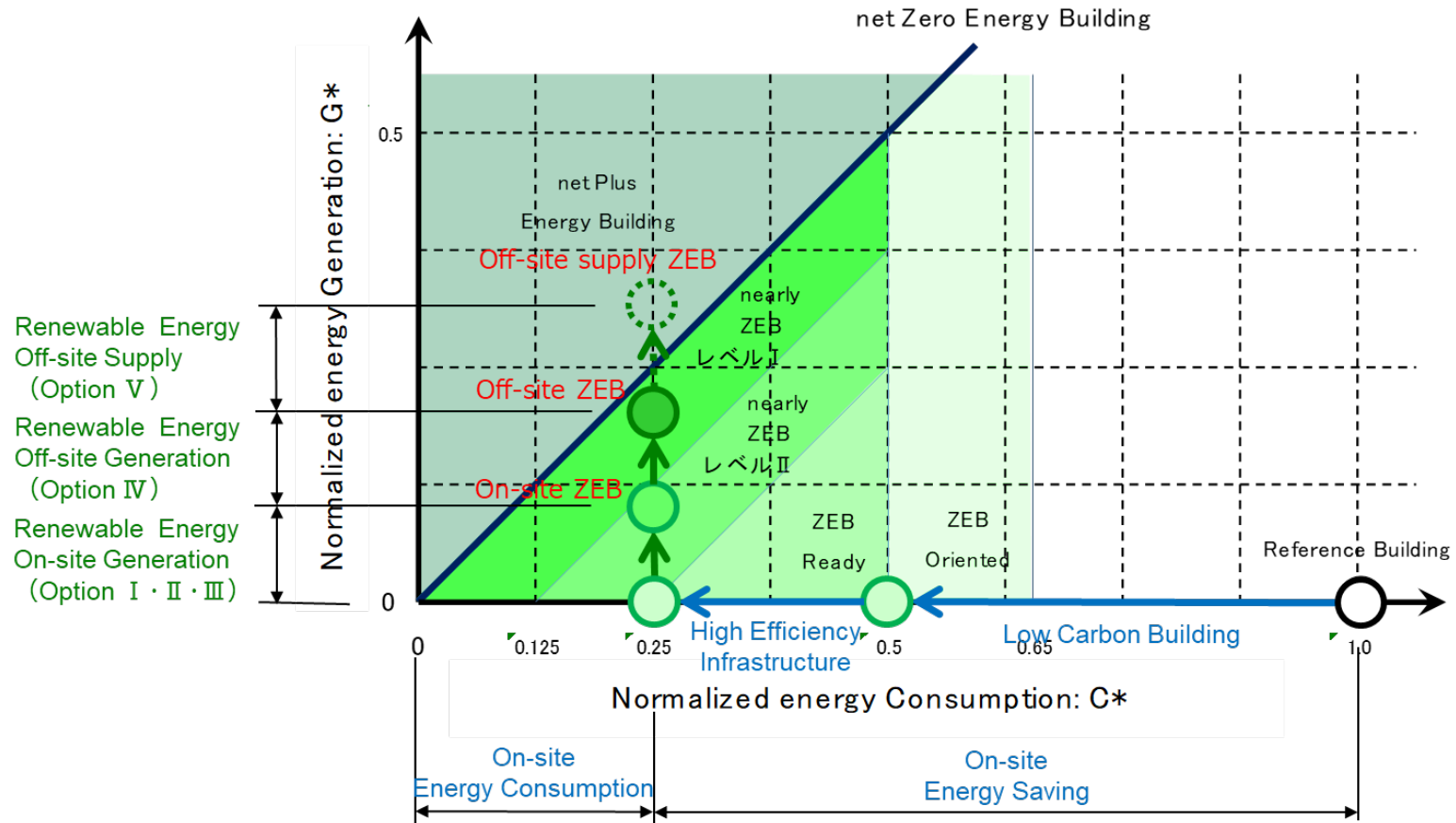


再生可能エネルギー供給方法の概念図

出典：空気調和・衛生工学会／ZEB価値評価手法検討小委員会報告書（2022.3）

再生可能エネルギーの段階的導入によるZEBの実現

省エネルギーとオンサイト・オフサイトの再生可能エネルギー供給を組み合わせることでネット・ゼロ・エネルギーを実現することが容易となる



再生可能エネルギーの段階的導入によるZEBの実現

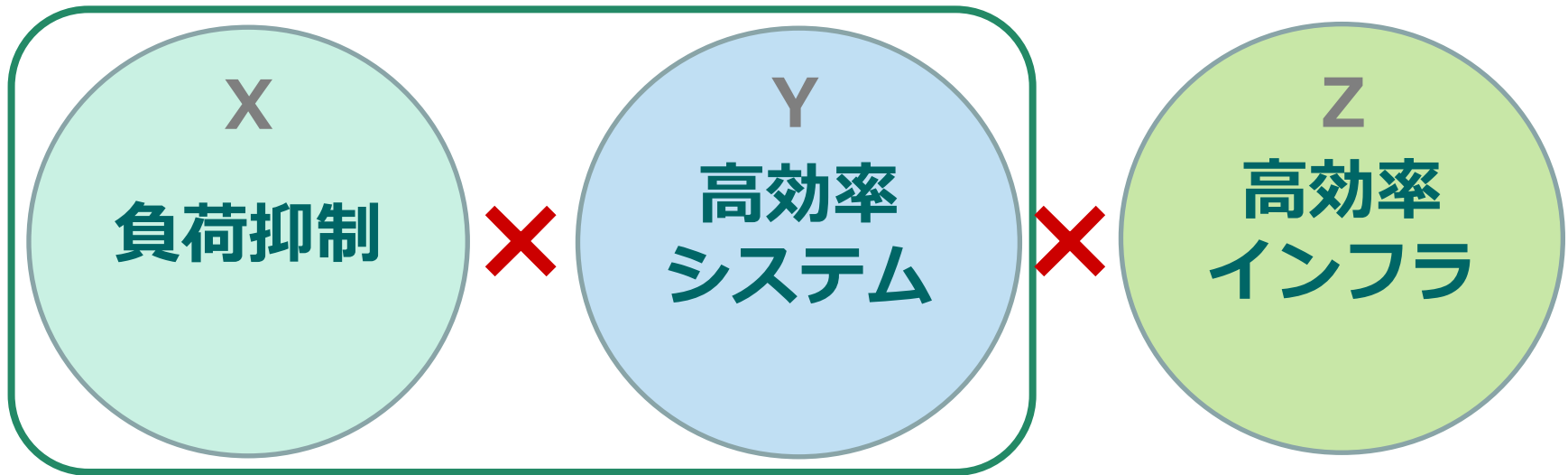
出典：空気調和・衛生工学会／ZEB価値評価手法検討小委員会報告書（2022.3）



3. ZEBのデザインメソッド

環境負荷削減の基本的な考え方

環境建築（ZEB）



例)

$$X \times Y \times Z = 1.0 \times 1.0 \times 1.0 = 1.0$$

$$X \times Y \times Z = 0.7 \times 0.7 \times 0.7 = 0.34$$

$$X \times Y \times Z = 1/2 \times 1/2 \times 1/2 = 1/8 = 0.12$$

FACTOR8

基準

66%削減

88%削減

ZEBのデザインプロセスとデザインメソッド

パッシブデザイン

アクティブデザイン

インフラ計画

デザインプロセス

①屋内環境
の適正化

②屋外環境
の適正化

③負荷の抑制

④自然
エネルギーの
利用

⑤システムの
高効率化

⑥再生可能
エネルギー
熱の供給

⑦再生可能
エネルギー
電気の供給

⑤'需要最適化
(蓄熱・蓄電)

⑧低炭素
インフラの
利用

⑩エネルギー
マネジメント
の実施

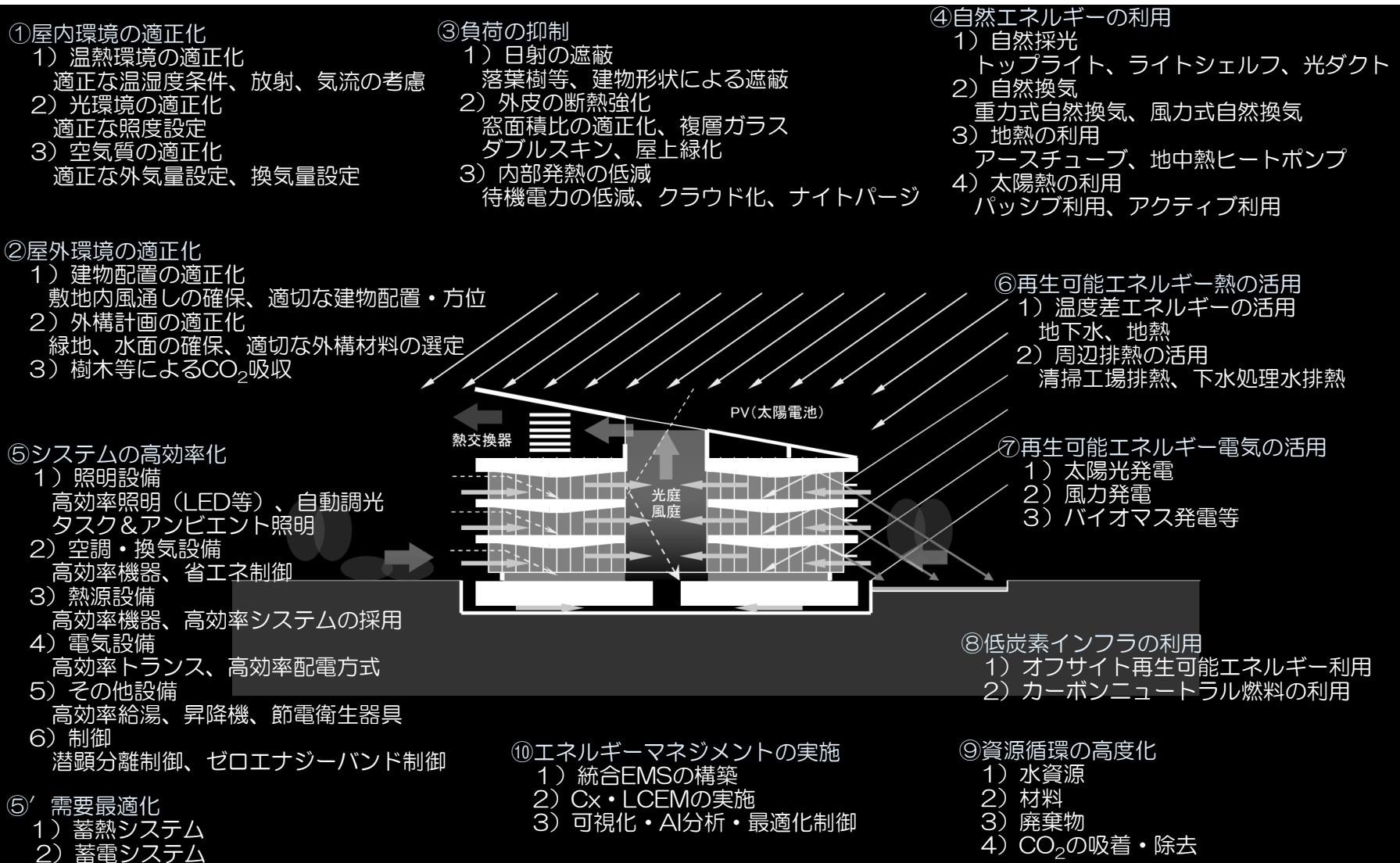
⑨資源循環の
高度化



参考文献：空調和・衛生工学会編「ZEBのデザインメソッド」技報堂出版

ZEB実現のためのデザインプロセスとデザインメソッド

ZEBのデザインメソッドと要素技術の例



出典：丹羽英治「エネルギー自立型建築」工舎



4. ZEBからカーボンニュートラルへ

ZEBからカーボンニュートラルへ

◆2015年12月 パリ協定

⇒「2050年までにカーボンニュートラル社会の実現」

◆2020年10月 菅義偉総理大臣所信表明

⇒「2050年までに温室効果ガスの排出をゼロ、すなわち、カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」

◆2020年12月 経済産業省／2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略

⇒カーボンニュートラルとグリーン成長戦略との関係

◆2021年6月 国・地方脱炭素実現会議

⇒地域の脱炭素ロードマップの策定、脱炭素先行地域（200か所）

◆2021年8月 経済産業省／カーボンニュートラルの実現に向けた住宅・建築物の省エネ対策等の在り方検討会

⇒省エネ対策、ZEB化の重要性

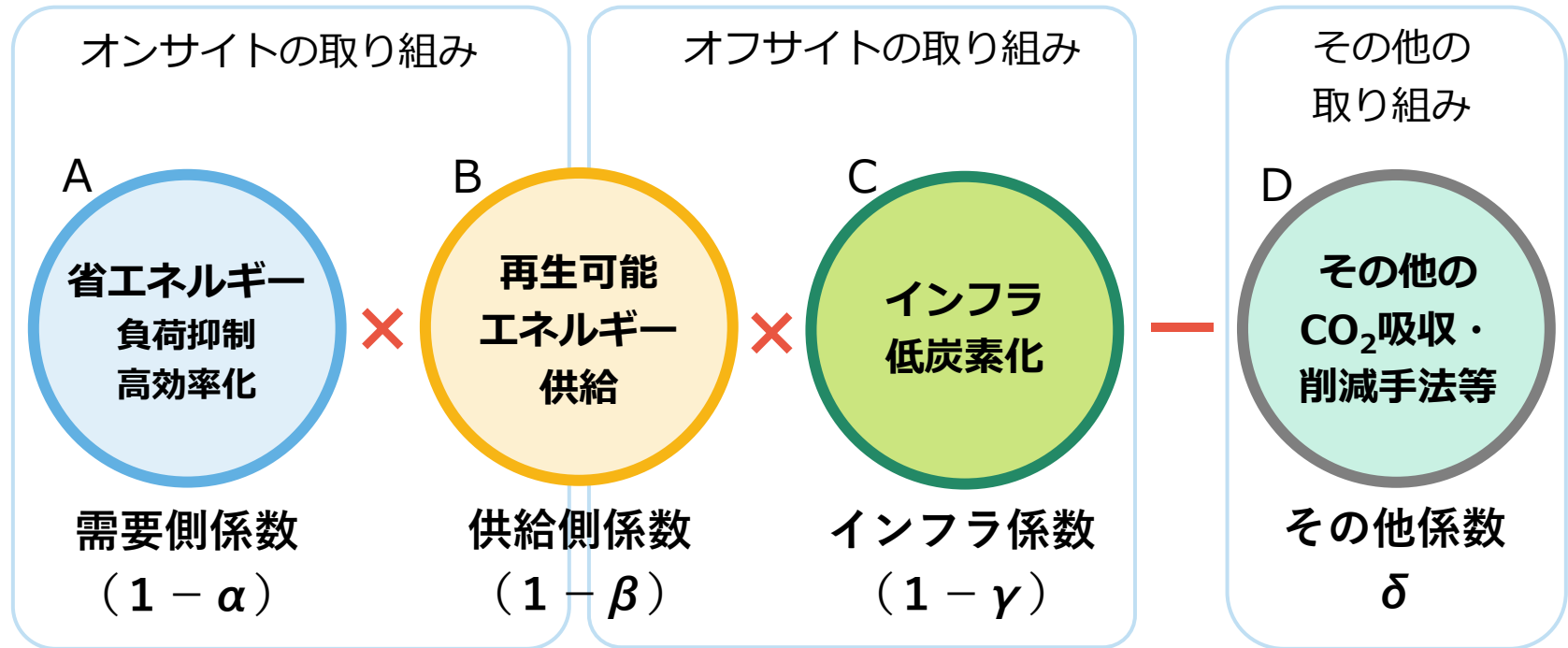
◆2021年10月 第6次エネルギー基本計画

⇒重要テーマ

①2050年カーボンニュートラルの実現に向けたエネルギー政策の道筋

②エネルギー安定供給の確保やエネルギーコストの低減に向けた取り組み

カーボンニュートラル評価の考え方



α : 省エネルギー率 β : 再生可能エネルギー供給率 γ : CO₂排出係数低減率

カーボンニュートラル評価の基本的な考え方

出典：空気調和・衛生工学会シンポジウム「ZEBからカーボンニュートラルへ」（2023年9月）

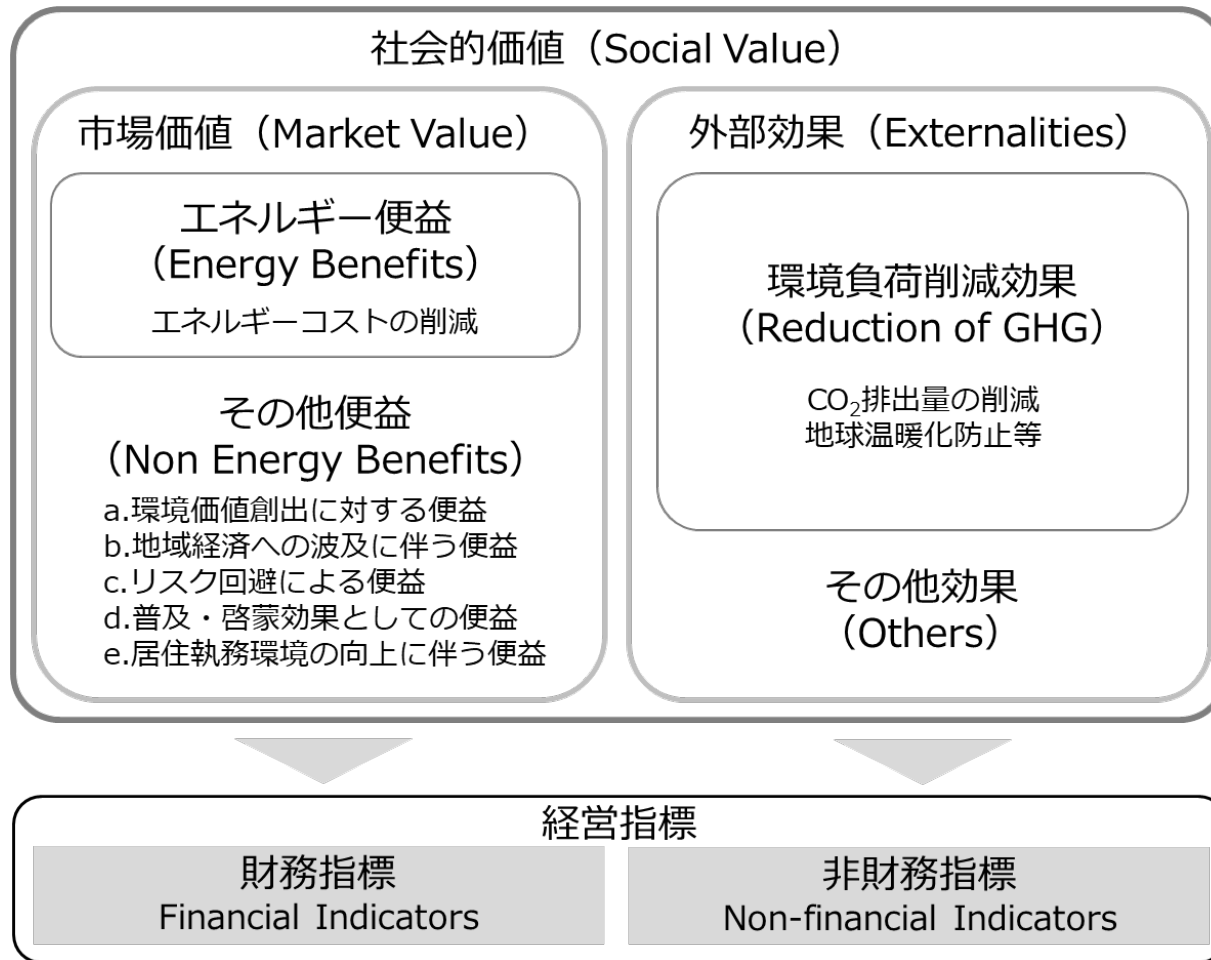
出典：空気調和・衛生工学会シンポジウム「ZEBからカーボンニュートラルへ」（2023年9月）





5. 実現に向けた障壁と対応策

ZEBの社会的価値

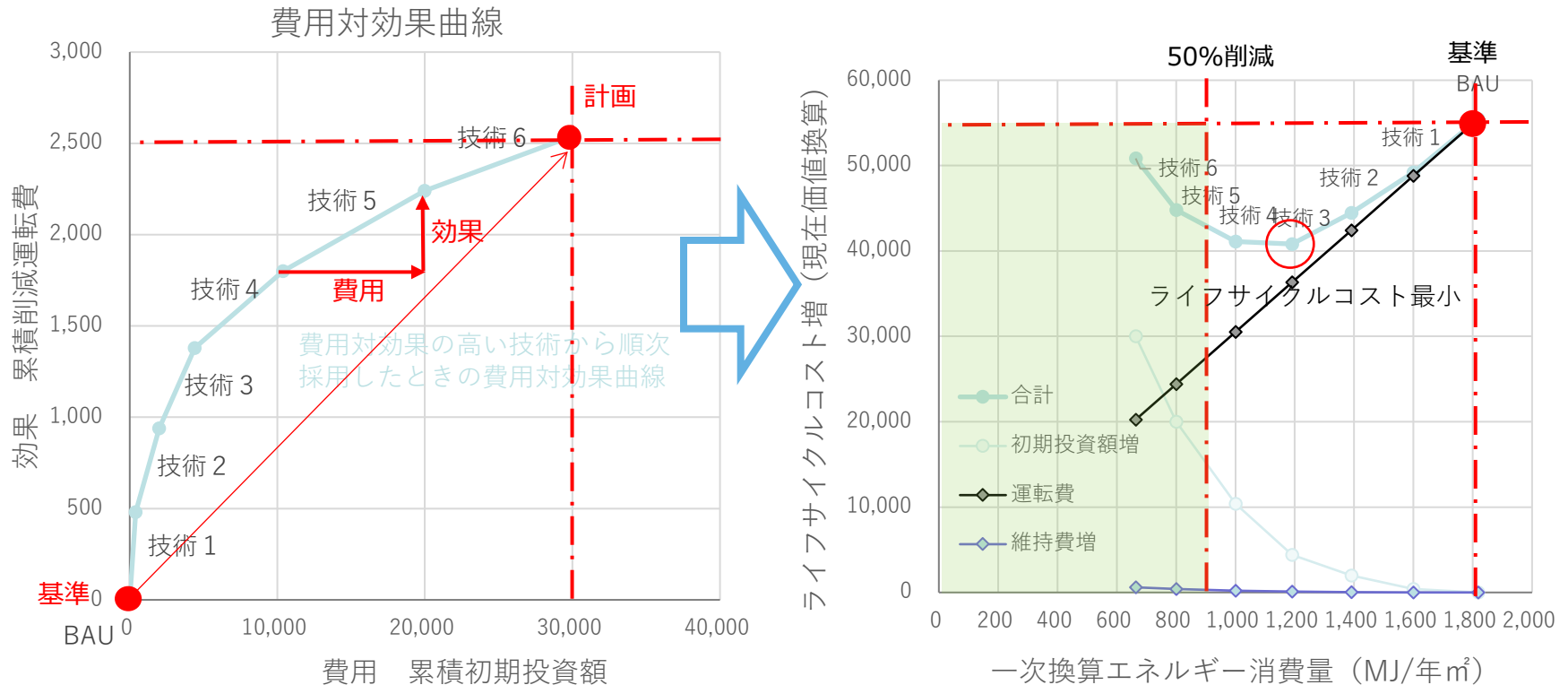


ZEBの社会的価値の枠組み

出典：丹羽英治、ZEB等環境配慮型建築の社会的価値評価方法に関する研究 評価の枠組みとNEBを考慮した投資対効果の評価例、空気調和・衛生工学会学術講演論文集 2018年9月

ZEBの投資対効果の評価

投資対効果の合理的説明には
ライフサイクルコストのオプティマル・エネルギー評価が有効である



ZEBの投資対効果の評価例

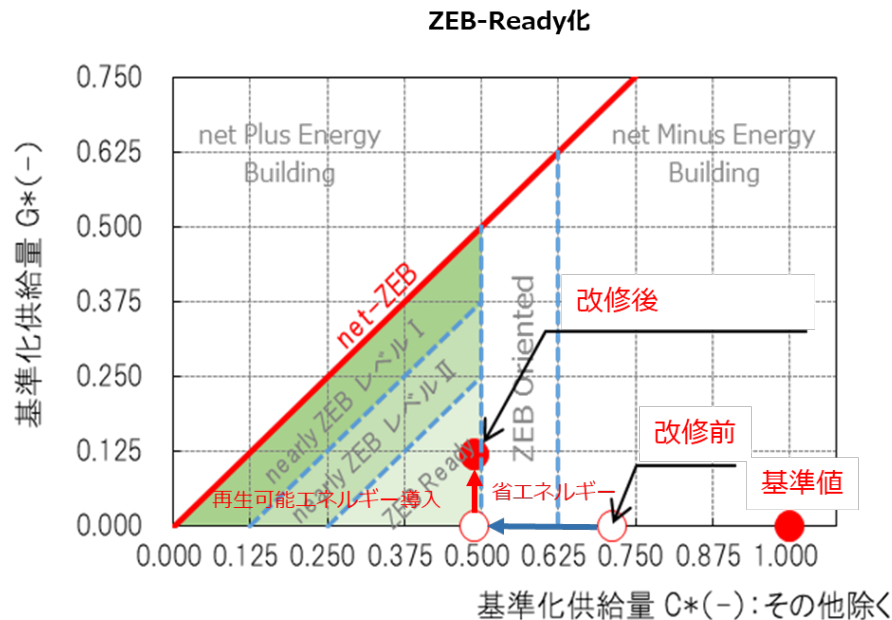
出典：空気調和・衛生工学会シンポジウム「ZEBの新たな価値」
月

丹羽／ZEBの社会的価値の枠組みと投資対効果,2021年9

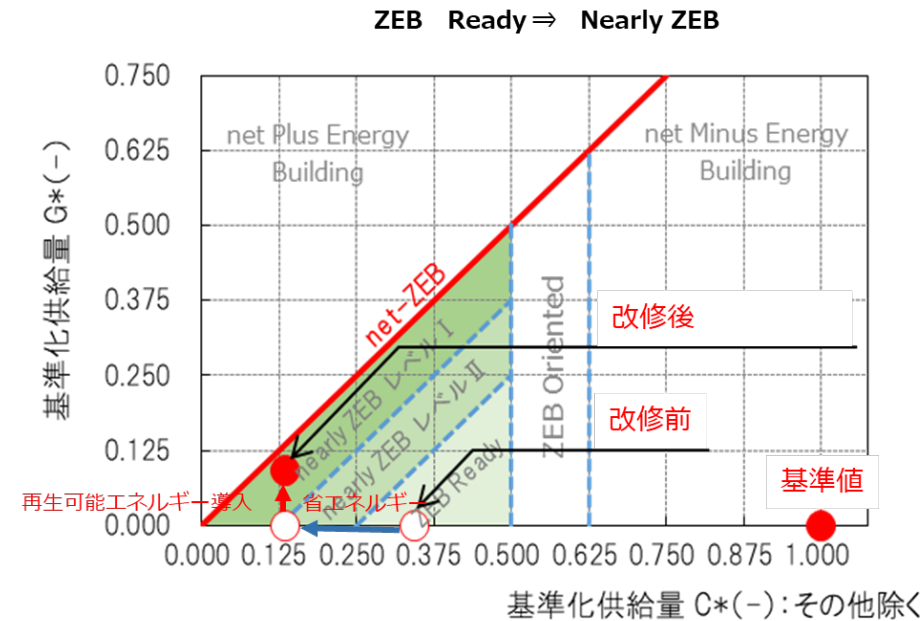
ストック建築のZEB化

ストック建築物の改修によるZEB化

注) 基準値は改修前後で同じとする



ZEB-Ready化の例

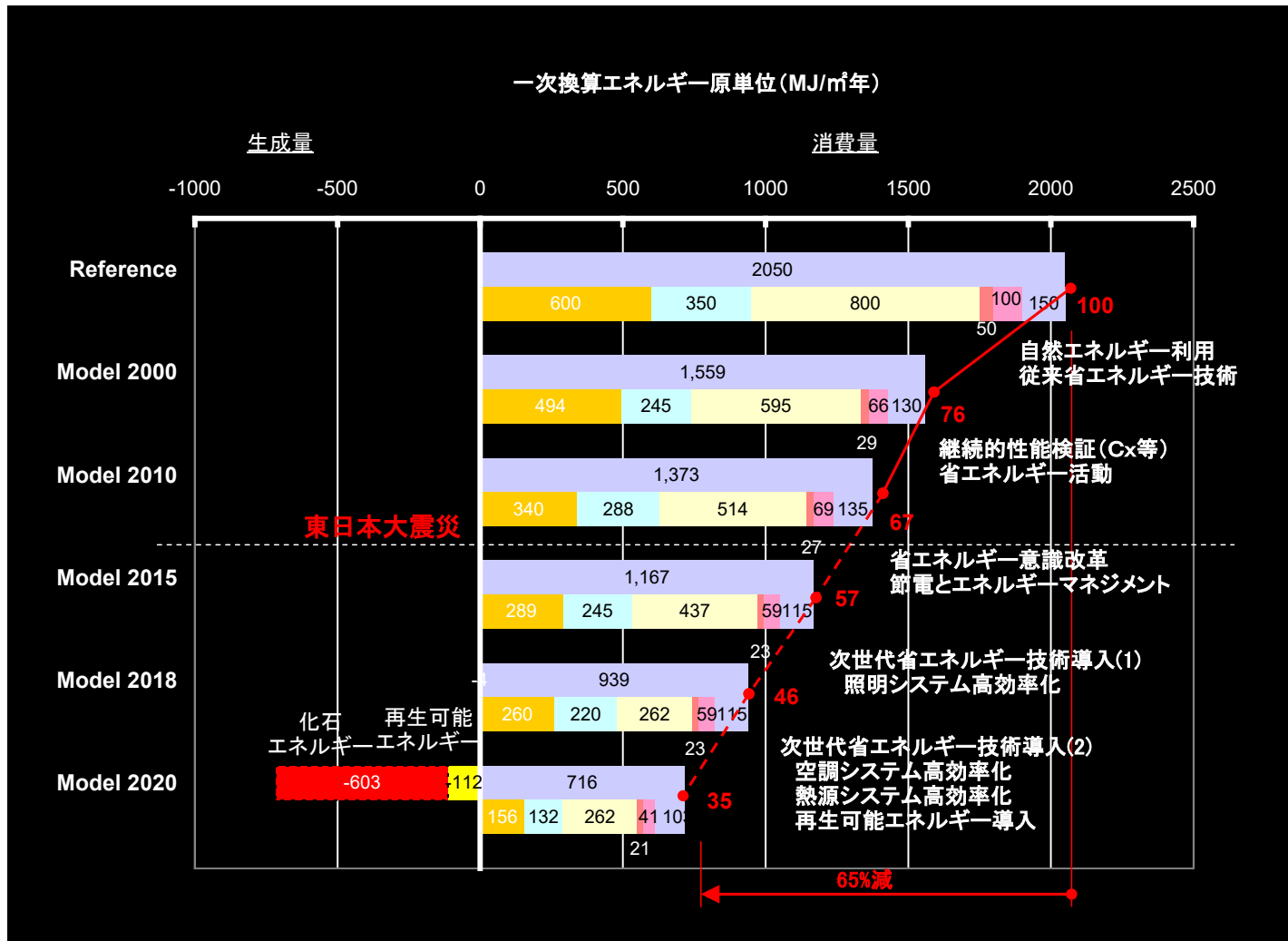


Nearly ZEB化の例

改修によるZEB化のバリア

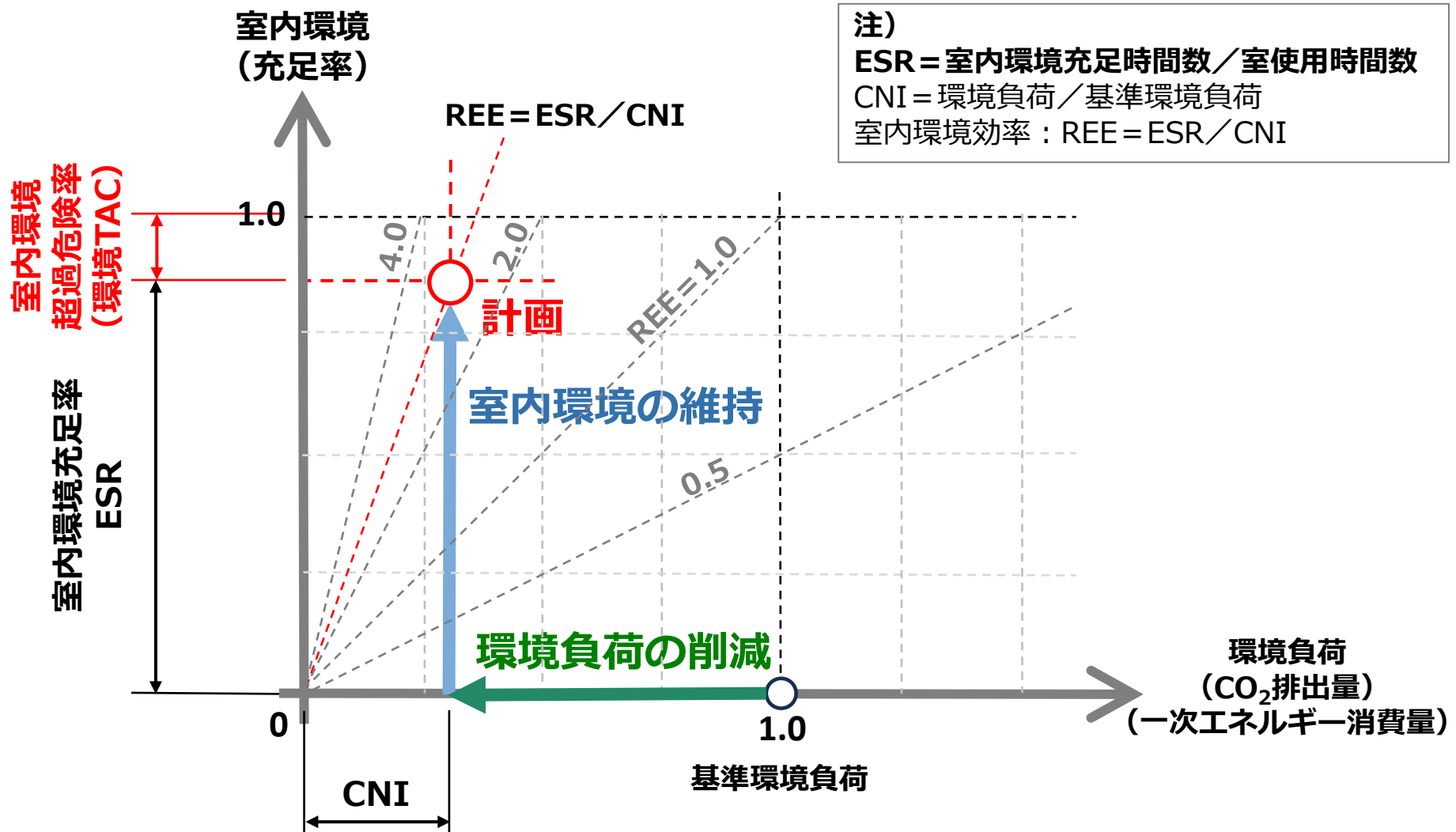
- ① 建築的（構造的）制約
- ② 工期の制約
- ③ コスト
- ④ 評価方法

長期的なZEB化計画



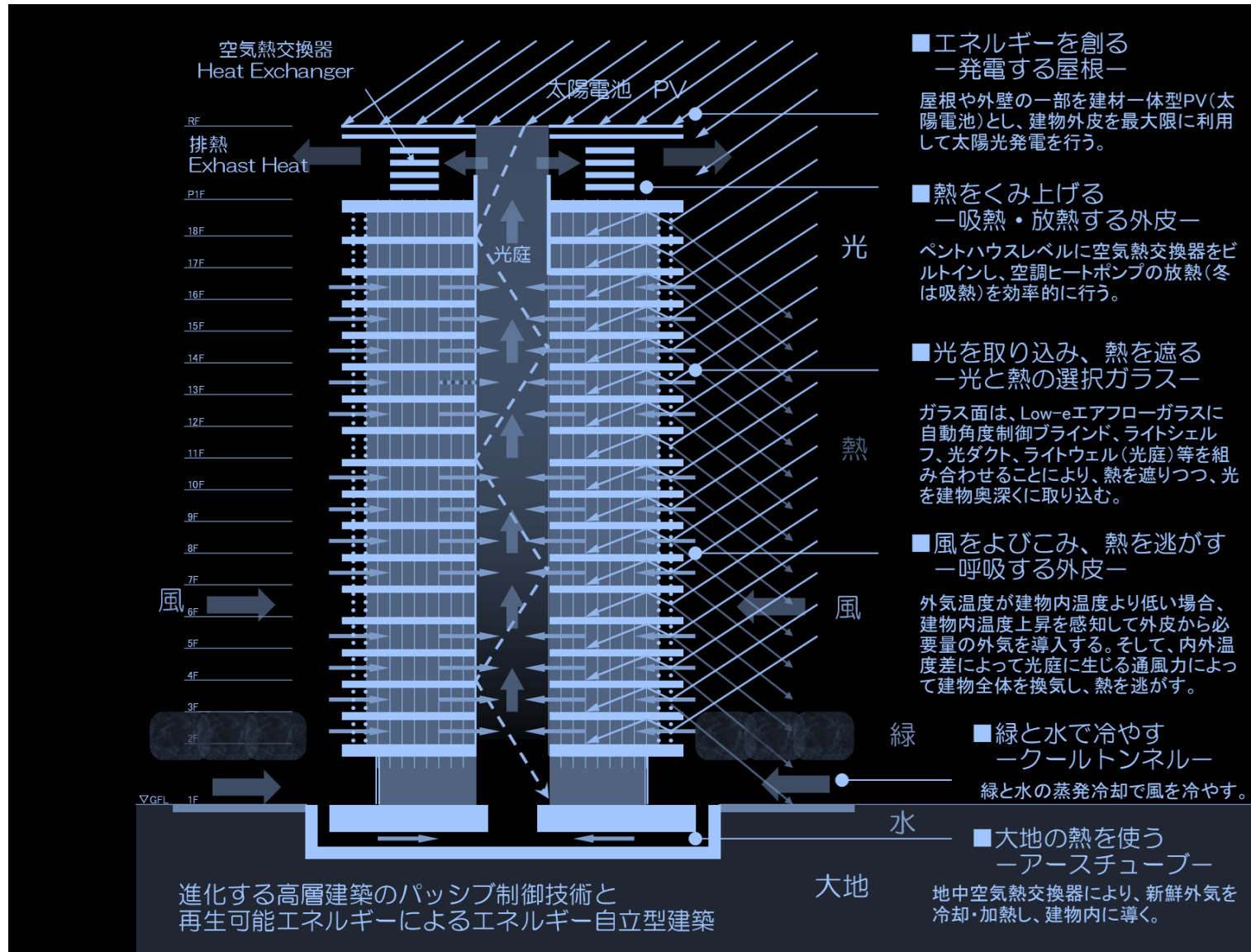
ストック建築物の長期的ZEB化計画の例

環境TACとCNIによる評価方法の提案



環境TACに基づく評価方法

未来のZEB建築に向けて



出典：丹羽英治「エネルギー自立型建築」 工作室

ご清聴ありがとうございました

既存建築物 ZEB化のポイント ～設備改修によるZEB化改修～



2024年10月

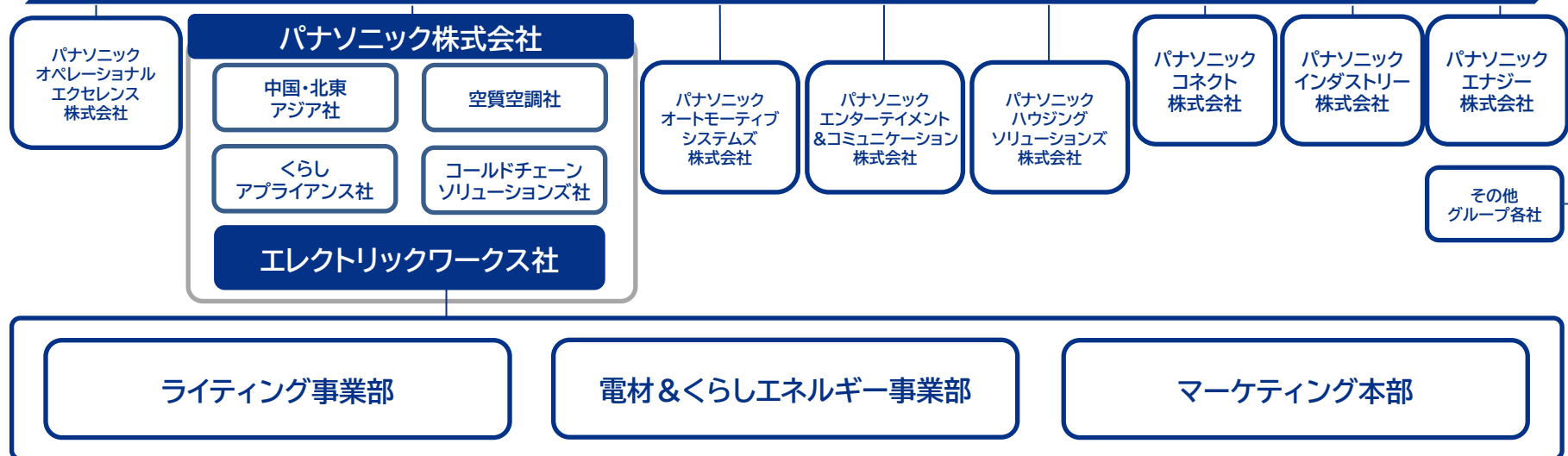
パナソニック株式会社 エレクトリックワークス社



目 次

1. はじめに （当社紹介）
2. 既存建築物 ZEB化 可能性調査
3. 弊社 京都ビル事例紹介

パナソニック ホールディングス株式会社



いい今日と、いい未来を電気設備から。

Electric Works Company

エレクトリックワークス社



目 次

1. はじめに （当社紹介）
- 2. 既存建築物 ZEB化 可能性調査**
3. 弊社 京都ビル事例紹介

地方公共団体は、単年度予算を毎年執行する関係上、すべての建物を大規模改修して、ZEB化を推進することは困難な自治体が多い。

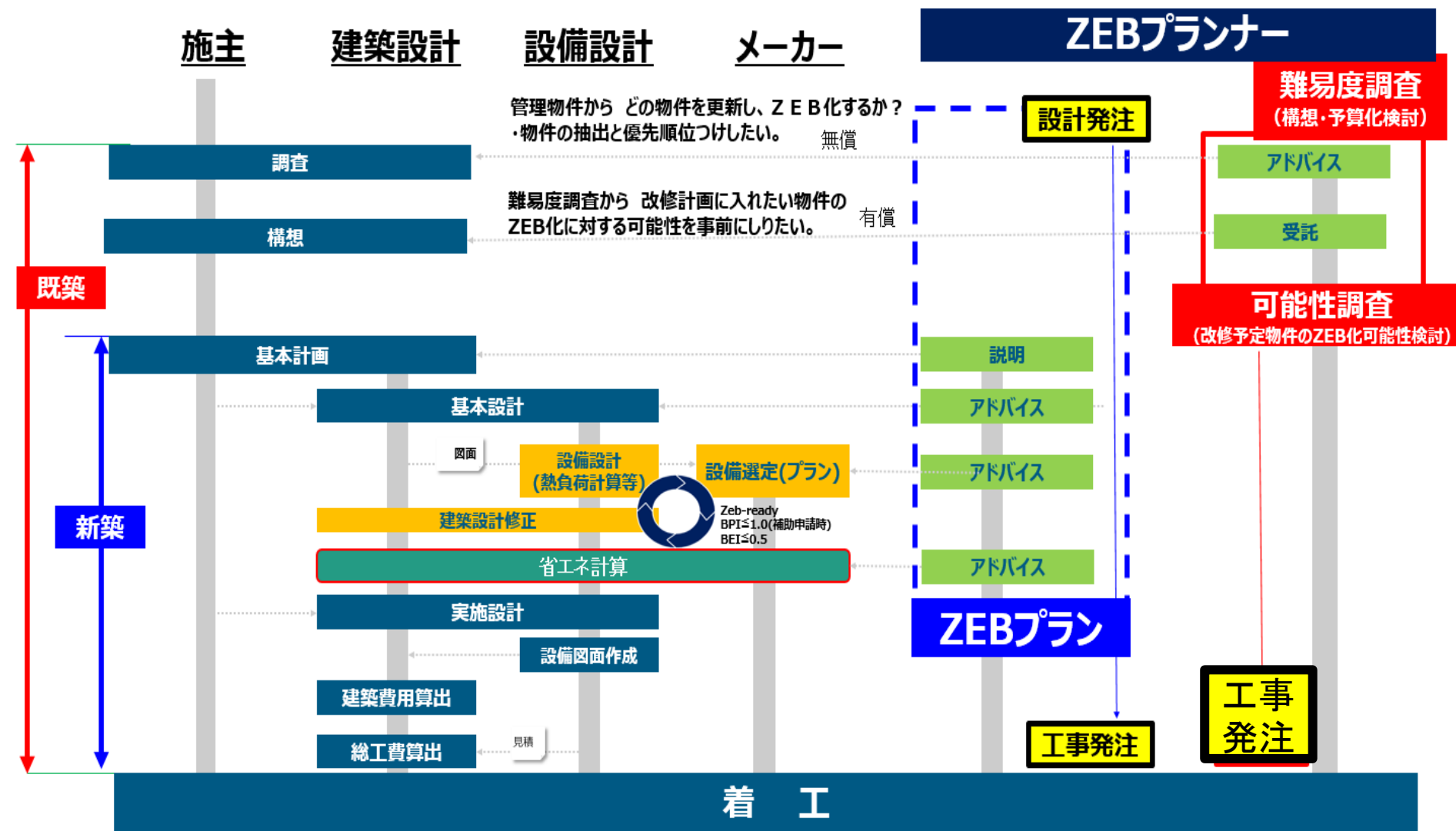
1. 限られた予算の中で、既存建築物のZEB化を進めるには、
統廃合する建物 / 長寿命化させる建物 を 区別した上で、
長寿命化させる建物について、老朽化し効率が悪い設備を更新することを中心に、
ZEB Readyを目指す。

戦略的ターゲットや
スコープの設定

ご要望に応じ 創エネを目指す場合は、より上位の**Nearly ZEB** や『**ZEB**』の検証をする。

2. コストを抑えつつ、設備更新の延長線上で、ZEB Ready達成可能な取組が必要
ダウンサイジングによる空調や照明の最適化、設備の自動制御による効率化、
でコスト上昇を抑制しつつ、エネルギー消費を最大限に削減する方法を創出する。

トータルライフサイクルコストを低減し、
費用対効果を最大化する設備選定



項目	【ステップ1】 難易度調査	【ステップ2】 ZEB化可能性調査
目的と狙い	<ul style="list-style-type: none"> ・ZEB化対象施設の洗い出し。 ・施設リストから、ZEB化への難易度レベル分けを実施する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・絞り込まれた施設がZEB化できるか調査する。 ・どうすればZEB化できるか？ ・費用対効果はどうか？を判明させる。
費用の目安	<ul style="list-style-type: none"> ・無料 	<ul style="list-style-type: none"> ・有償
方法	<ul style="list-style-type: none"> ・難易度表を用いて、確認 	<ul style="list-style-type: none"> ・既設図面をベースに調査（計算） ・必要に応じて、ヒアリング <p>【アウトプット】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ZEB化可能性調査結果報告書 ・WEBPRO【標準入力法】の計算結果
必要事項	<ul style="list-style-type: none"> ・ヒアリング等 	<ul style="list-style-type: none"> ・図面一式 <p>【参考】頁を参照ください</p>

沢山の施設の中から可能性の高い案件を LIST UP

LISTの中から優先順位つけし、予算化へ

① 築20年までが望ましい

理由⇒古い建物は改修が重なり、①図面が揃わないから、②図面を揃えるに手間がかかります。

② コストアップを抑制しつつZEB化を目指す場合、個別空調の建物が望ましい

理由⇒個別部位別に対策を検討できる方がコストアップを抑制できます。

③ 延べ床面積の目安は、1万平米未満の中規模までが望ましい

理由⇒大規模の建物は、設備更新以外の外皮や建築的メニューの効果が大きいので、設備更新だけで、BEI値低減を図る場合は、中規模程度までが効果的です。

④ 設備の老朽化により効率が落ちている建物が望ましい

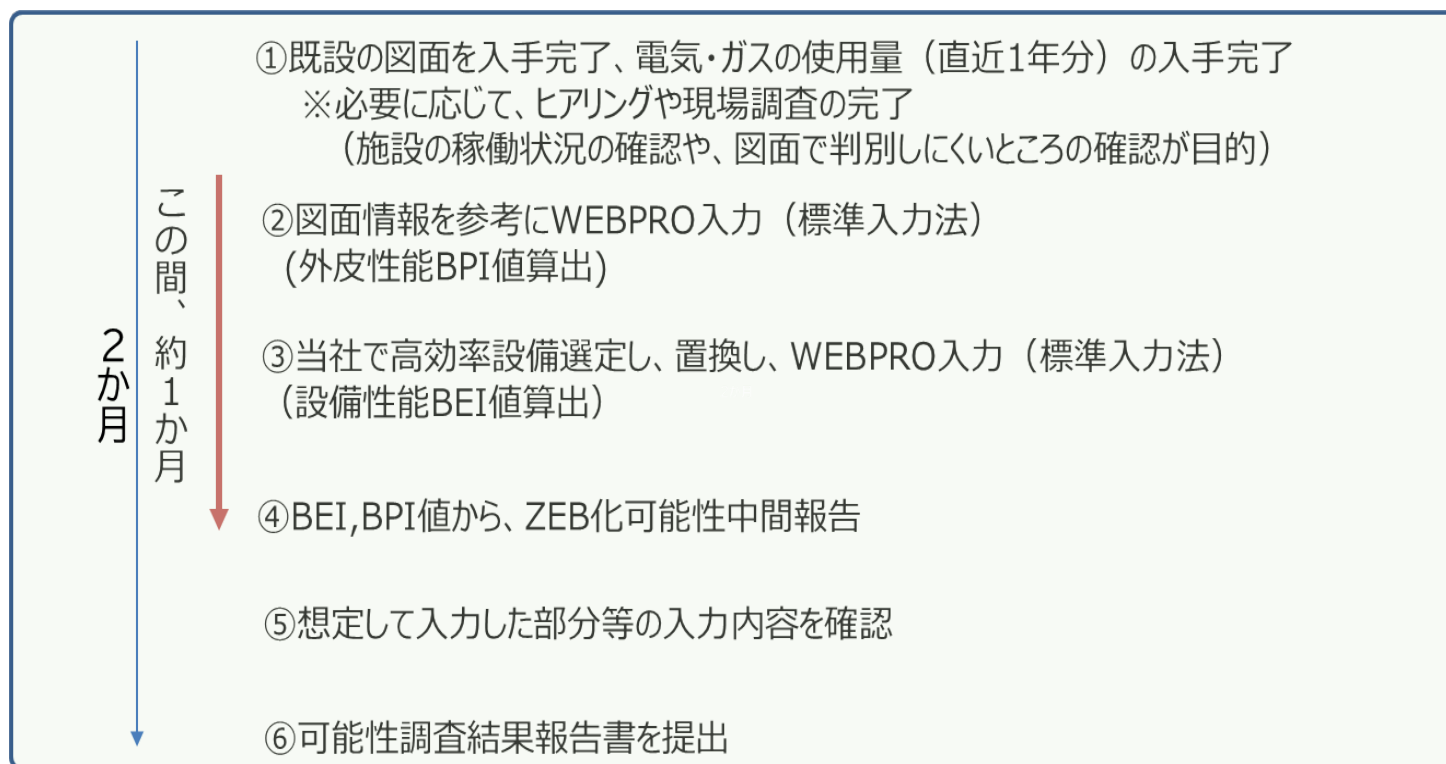
理由⇒脱炭素化の観点から、設備効率が悪い建物を優先させてください。
設備更新時期を迎えている、設備償却が終わっている、等からもお勧めです。

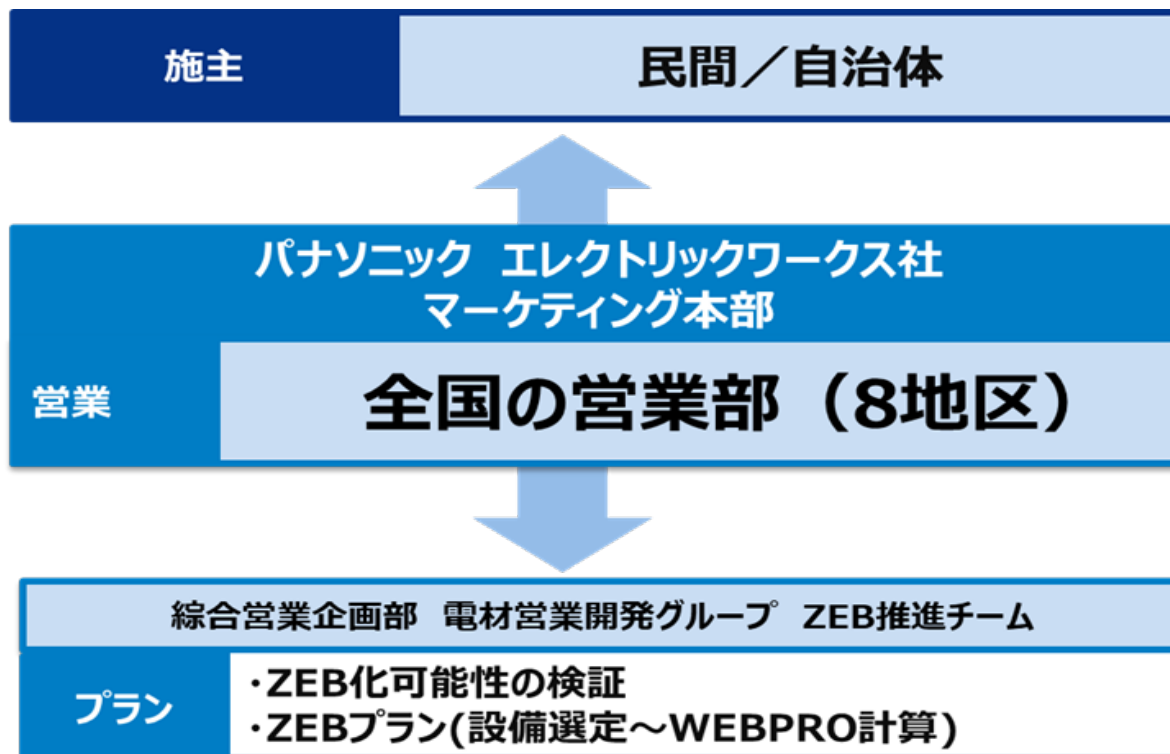
※その他の留意点。

- ・ZEB化が困難な施設があります。（大型体育館、博物館などの大空間、意匠重視）
- ・ESCO実施済み建物は、照明・空調等設備更新する場合は①～④に該当すれば可能性調査は可能です。
- ・木造建築物でも可能性調査は可能ですが、規模が小さく、断熱性に優れており、ZEB化しやすく、可能性調査は不要と思います。（個別にご相談願います。）

1. この業務は役務にあたります。（環境省のZEB補助金でも可能性調査に対する補助が実施されています。）
2. 可能性調査は、ZEB事業化できる調査である必要があり、標準入力法で、躯体外皮及び各設備を正確に入力する。
 - ① ZEB化できない案件の工事発注を行なった場合、発注の失効となる可能性があります。
 - ② WEB PRO計算結果を公開し*、公告・発注することで 公平性（計算条件統一）を期することになります。

* ZEB化工事発注する際、このような案件が増えています。
** その為 事業化に向けこの段階で、第三者認証まで行っている事が望ましいです。





- 23年度 **京都ビル(後述)ご見学** 実績
 - ・94団体、538名のお客様がご見学
 - ・地方自治体が中心
 - ・民間では、脱炭素に取り組む製造業や建設業が訪問

全国に推進体制を作り、京都ビル（後述）も活用し 普及促進活動を展開

目 次

1. はじめに （当社紹介）
2. 既存建築物 ZEB化 可能性調査
3. 弊社 京都ビル事例紹介

パナソニック京都ビルは、「創エネ」「省エネ」「エネマネ」の エネルギーソリューションを取り入れた 環境配慮ビルとして、**2012年に建設**されました。

今回の改修では**事前に「ZEB化可能性調査」を実施し**、一次エネルギー消費量（BEI値）を基準まで下げられると判断。

大掛かりな躯体工事を行わず、省エネ性能に優れた設備のリニューアルでエネルギー消費量を大きく減らし、ZEB化を達成しました。

建物名称	パナソニック京都ビル	
建物所在地	京都府京都市南区上鳥羽北花名町34	
地域区分	6 地域	
日射地域区分	年間の日射量が中程度の地域	
「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/階数	鉄骨鉄筋コンクリート造	地上 5
面積	敷地面積	3349.84 m ²
	建築面積	895.44 m ²
	延べ面積	2969.3 m ²

Panasonic

既存建築物を
設備改修のみで
ZEB化



パナソニック
京都ビル





ショールームフロア



事務所



屋上太陽光パネル



駐車場ソーラーカーポート



2012年に自然の光や風を取り入れ省エネビルとして竣工したショールーム併設型の営業拠点ビル

2023年に既存建築物ZEB化改修のモデルビルを目指してリニューアルを実施

- ビル竣工 : 2012年竣工
- 階数 : 地上4階建て
- 延床面積 : 2,969㎡
- 在籍人数 : 147名 (2023年4月時点)

自然光や風を取り入れる省エネに配慮した建築計画

日光利用

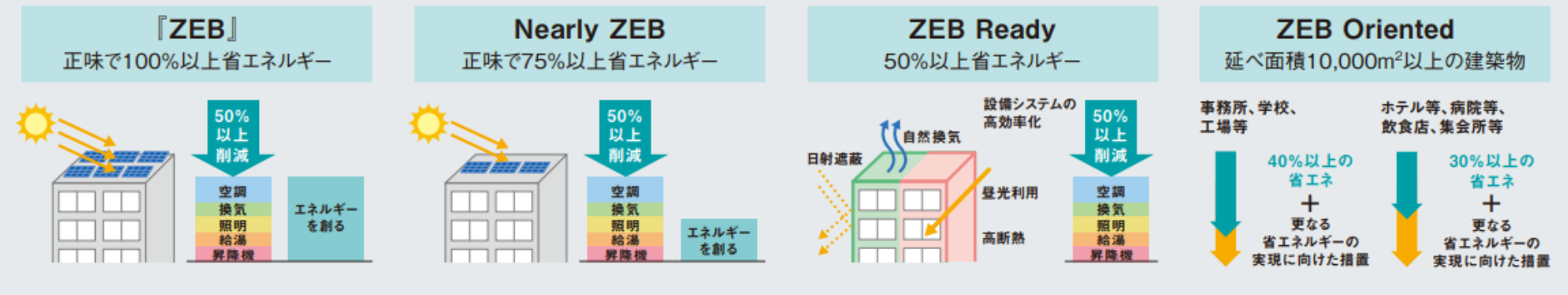


日射遮蔽



■ZEBの定義 | ゼロエネルギーの達成状況に応じて、4段階のZEBシリーズが定義されています。

パナソニック京都ビルは ZEB Ready を達成

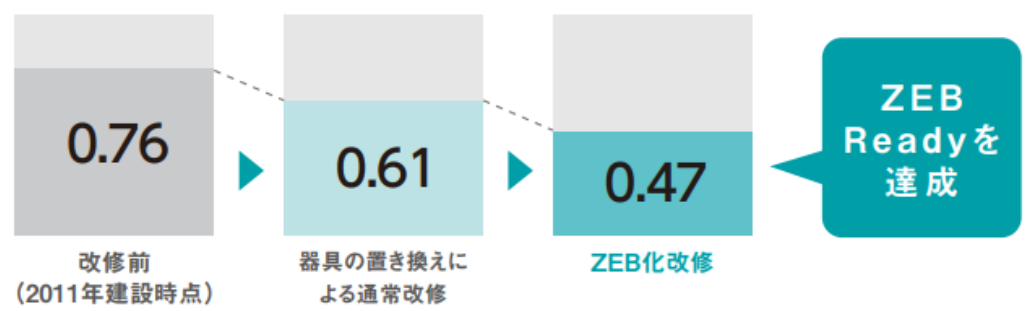


建物躯体の外皮改修をせずに 設備のリニューアルのみでZEB Readyを達成

外皮改修を行わない既設ビルのリニューアルではZEBの達成は難しい、コストがかかると考えられる中、BEI値の低減を追求した改修プランにより、通常改修と同等コストの設備リニューアルのみで、ZEB Readyを達成しました。

BEI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のことです。再生可能エネルギーを除きBEI≤0.50の場合にZEBを達成したと判定されます。

■ZEB化改修でBEI値（一次エネルギー消費量）を大幅に軽減



■ ZEB可能性調査を実施。通常改修とZEB化改修の改修内容の違いを検証

BPI=0.83(設計値:402MJ/m²年、基準値:492 MJ/m²年)

ZEB化 対象 設備	通常改修 (既設の同等置換) (BEI/ALL=0.61)		ZEB化改修 (BEI/ALL=0.47)	
	設備詳細	BEI (MJ/延床m ² 年)	改修内容	BEI (MJ/延床m ² 年)
空調	高効率 ビルマル ダクト隠蔽 一部氷蓄熱 全熱交換器	0.73 (536.33)	室外機:高効率化、設置制約下での組合せ検討 室内機:ダクト形の省電力検討 (ダクト静圧の確認とファン動力の少ない機種への再選定) 氷蓄熱:非蓄熱機種に変更、ダウンサイズ、一部配管見直し&改修 熱交:費用対効果を考慮し改修見送り	0.49 (422.52)
照明	高効率LED化 システム天井 ショールーム 共用部等	0.35 (143.5)	照度見直し (部屋ごとの実測に基づくシミュレーションによる最適化とダウンサイズ 事務所平均照度:750lx⇒500lx) 照明制御(調光)は、通常改修時も同等に導入。	0.33 (133.39)
換気	天井扇 ダクトファン	0.61 (20.31)	既存流用	0.61 (20.31)
給湯	電気温水器	2.13 (25.26)	既存流用	2.13 (25.26)

明るさ感は同じ、
照度を500 lxへ

センサー連動で
自動制御

ZEB用の
高COPタイプ^{※1}

AIによる
空調制御

LED照明

綿密な照度計算による
器具のダウンサイジング



空間の明るさ感指標「Feu」を活用した照度設計を実施。通常の器具置き換えによる改修では明るすぎてしまうため、快適さは確保しながら不要な明るさを抑え、消費電力を軽減。

■ BEI/L値（照明エネルギー消費量）を軽減



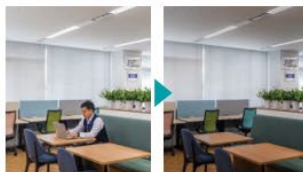
センサが最適な明るさに自動制御

明るさ検知・制御



明るさセンサが外光を検知し照明の無駄な明るさをカット。

在室検知・制御



人感センサが人の不在を検知し減光して省エネに貢献。

時間帯に合わせた明るさ設定でさらなる省エネに

タイムスケジュール制御



時間帯に応じたシーンの設定で快適性を維持しながら節電に貢献。

※画像はイメージです

空調設備

COP値を向上させた
ハイグレード室外ユニットを採用



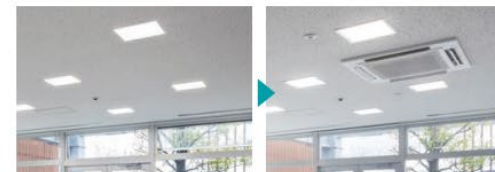
COP値
約16%
アップ^{※1}
8馬力の場合

ZEB認証取得に貢献できる高COP値を実現。
空調にかかる電力消費を大幅に低減。

■ BEI/AC値（空調エネルギー消費量）を軽減



省エネ性の高いDCモーター
室内ユニットを導入



一部フロアではダクト方式のビル用マルチエアコンから、省エネ性能の高い4方向天井カセット形を導入。

業界初^{※2} クラウド上で運転効率をAIが分析
自動制御で省エネを実現

運転効率をリアルタイムで分析し消費エネルギーを低減。運転効率可視化することに加え悪化要因まで特定。外気温や時刻の変化に合わせて設定温度を自動で制御し、電力削減に貢献。

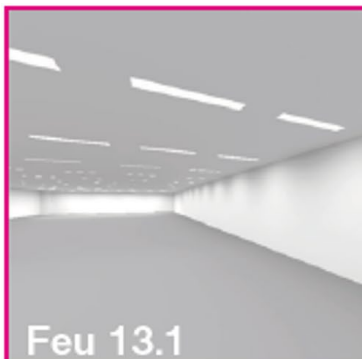


Feu活用照明設計

■ 独自の空間明るさ感指標「Feu」を活用したダウンサイジング

明るさ感を損なわず設計照度既設750lx⇒500lxへ

4F執務室Feu値：シミュレーションにて執務室の目安のFeu値12～15を実現



Ⅱ－ⅱ 照明制御

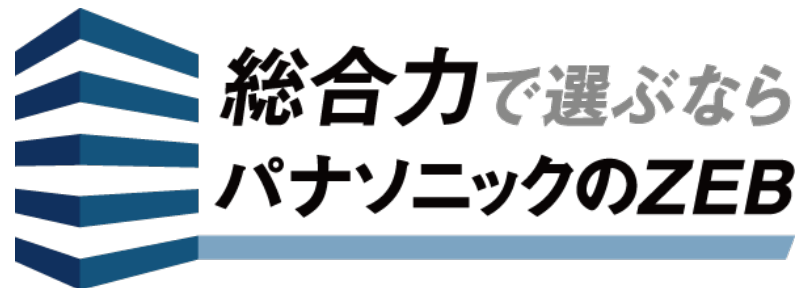
■ 各種照明制御

- ・在/不在制御
- ・明るさセンサー制御
- ・スケジュール制御

※在/不在制御とスケジュール制御はBEI未算入

BEI/L 0.35⇒0.33

Feuを活用した綿密な照明設計と制御により快適性を維持しつつ省エネ、BEI/L0.33を達成



Panasonic

ZEBの事例紹介

2024年10月28日

ZEB説明会：「公共建築物のZEB化」・「改修ZEB」事例



株式
会社

オフィス省エネプラン

office saving energy plan



〒781-0086 高知市海老ノ丸 6-20 エムケイツビル

TEL 088-821-6800 FAX 088-821-6803

E-mail : info@office-sep.com

<http://www.office-sep.com>

省エネプラン



事例紹介① 土佐市立学校給食センター

事例紹介② 社会福祉法人徳島県心身障害者福祉会 あおばの杜

物 件 名 称	土佐市立学校給食センター
事 業 者 名	土佐市
事 業 者 分 類	地方公共団体
建 築 用 途	給食センター(飲食店等)
延 床 面 積	1,748㎡
構 造 ・ 階 数	鉄骨造・地上2階建
1日当たりの調理能力	2,300食
設 計 Z E B ラ ン ク	ZEB Ready 63.7%(創エネ含まず)、69.0%(創エネ含む)



【案件形成～事業実現について】

- ① 事業者の「地球温暖化対策実行計画」の指針と設計コンペ内容が合致。結果として土佐市の所有建築物としては初のZEB導入施設として計画を開始することになった
- ② ZEB導入によるコスト増に関する問題を、省エネ・省CO2等の環境的価値と関連補助金事業の活用で解決することができ、事業の実現につながった

【ZEB実現のポイント】

- ① ZEB実現のための省エネ設備導入ではなく、施設運用上の消費エネルギーを想定しランニングコスト削減につながる設備編成を意識したZEB計画を進めた。更に補助金活用を併せることで事業性(費用対効果)の高い事業計画を行ったことが要因と考えられる
- ② 断熱、高効率設備の導入だけでなく、建設地の気象条件を加味し、ZEB達成に有利に働く再生可能エネルギー設備を導入したことが、ZEB達成につながったと考える。当該地域は高い日射量があることから、「太陽熱給湯システム」を採用し給湯エネルギーの削減を図り、施設の電力負荷に考慮した「太陽光発電設備」を導入

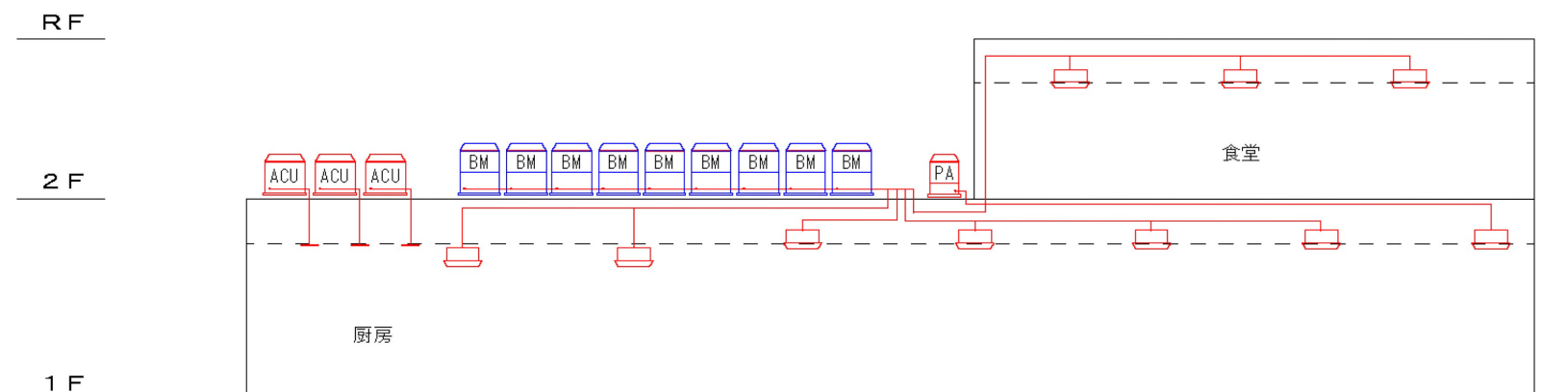
BM 高効率ビル用マルチエアコン（9系統）

PA 省エネ型パッケージエアコン（1台）

ACU 外気処理空調機（3台）

□ 室内機

- ・ 系統別時間帯別に高効率ビルマルチエアコンと省エネ型パッケージエアコンの組合せ。
- ・ 集中管理コントローラーと個別リモコンによる省エネ制御

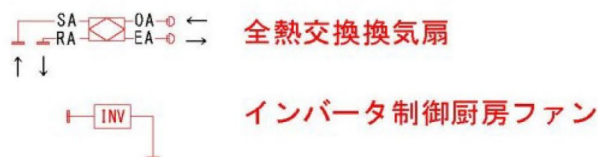


【設計上の留意点】

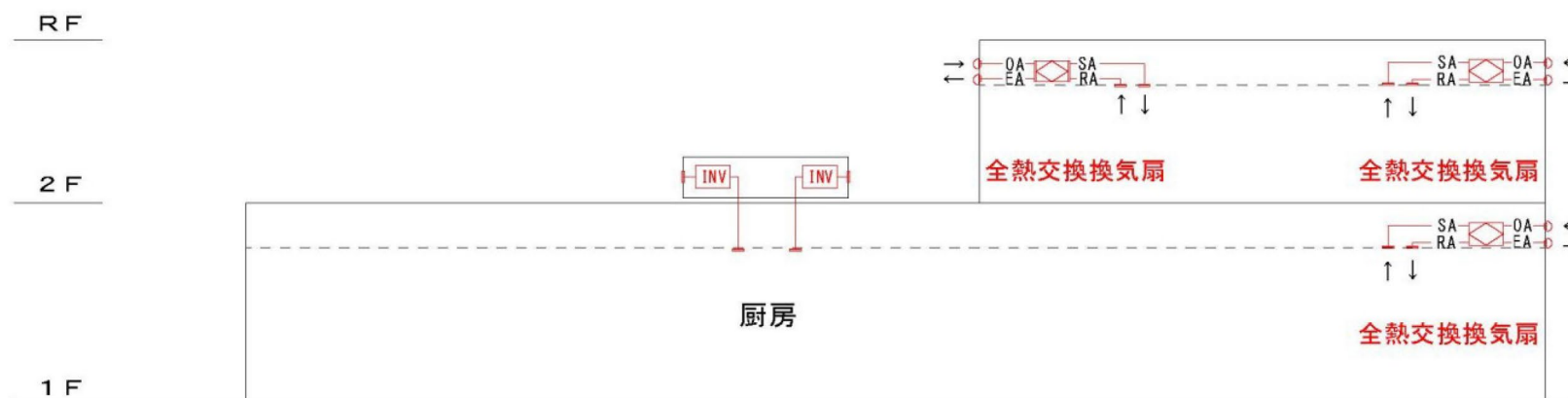
- ・ 高効率(高COP・高APF)空調システムの採用
- ・ 適正な冷暖房容量の選定
- ・ 施設用途に関連する規制等に対応できる汎用性の高い空調方式の採用

【ZEB設計の対応】

- ・ 高効率ビル用マルチエアコン・高効率パッケージエアコン採用による個別空調方式を導入。ビル用マルチの系統設定において、低負荷による効率低下にならない様に、室用途、稼働時間を考慮した設計を行う
- ・ 厨房の外気処理空調機の選定に際して空調送風機出力を低減を図り、ダクト長さ、面積に配慮した配置計画を行う
- ・ 厨房以外の居室に全熱交換機を採用し、空調設備容量の低減を図る



- * 全熱交換換気扇を4台設置することにより、換気による放熱ロスを低減。
- * ナイトパーシ（夜間外気冷房）による翌朝の冷房負荷の低減。
- * バイパス制御による中間期の外気冷房
- * 厨房ファンをガス消費量に準じてインバータ制御し、搬送動力を低減する。



【設計上の留意点】

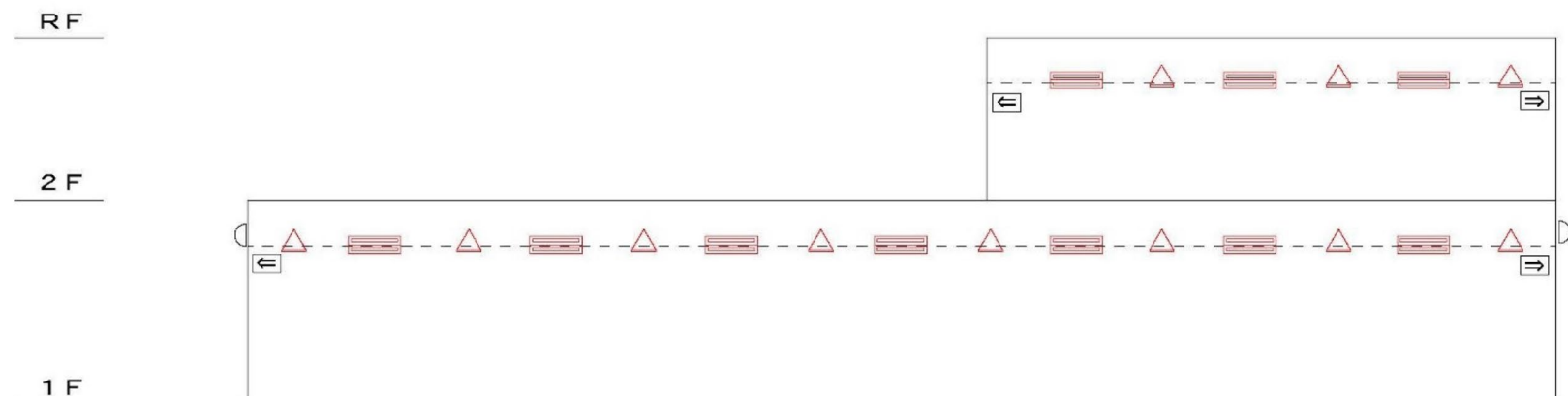
- 本施設において最大のエネルギー負荷になっており、徹底な省エネ対策を実施
- 厨房の送風機の省エネ設計、自動制御による省エネ化

【ZEB設計の対応】

- 換気負荷の大半を占める「厨房」の送風機に対して厨房機器のガス使用量、電力量、温度を要素とし、インバータ制御を行う設計とする
- 換気の搬送動力を抑える為、機器を細分化し、ダクト長等による圧損を低減する配置とする

- ・ 照明器具を全てLED照明、LED誘導灯とする
- ・ 自動制御装置（スケジュール制御、人感センサー制御）による省エネ

- ≡ LEDベースライト（自動制御付）
- △ LEDダウンライト（自動制御付）
- ◐ LEDブラケット（自動制御付）
- ⇒ LED誘導灯



【設計上の留意点】

- ・ 高効率機器の採用による照明エネルギーの削減
- ・ センサー、タイマーによる自動制御機器の採用

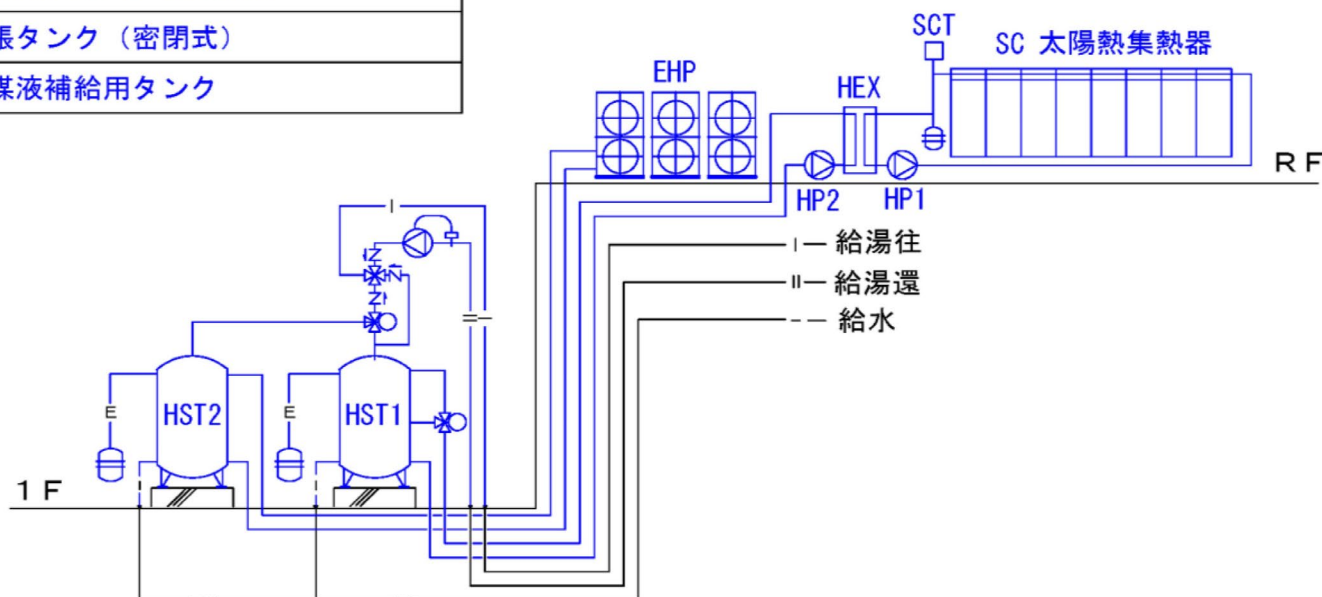
【ZEB設計の対応】

- ・ 高効率LED照明機器の採用
- ・ 室用途に応じて照明設備の自動制御を実施し更なる省エネ化
 - 調光センサー…開口部がある居室
 - 人感センサー…トイレ、倉庫、廊下等
 - スケジュールタイマー… 時間により減灯を行う

- ・ 太陽熱+ヒートポンプ給湯機によるハイブリット給湯システム
- ・ 熱源機の台数制御による高負荷高効率運転制御
- ・ 給湯循環ポンプの温度センサーによる運転制御

SC	真空2重ガラス管式太陽集熱器：40台
HST-1	太陽熱蓄熱槽：密閉式6,000リットル
HEX	プレート式熱交換器
HP1	集熱1次ポンプ（0.4kW）
HP2	集熱2次ポンプ（0.25kW）
EXT-1	膨張タンク（密閉式）
SCT	熱媒液補給用タンク

EHP	ヒートポンプ給湯機：出力15kW×5組 COP=4.2
HST-2	エコ給湯貯湯槽：密閉式10,000リットル
EXT-2	膨張タンク（密閉式）
HP3	給湯循環ポンプ（0.15kW）



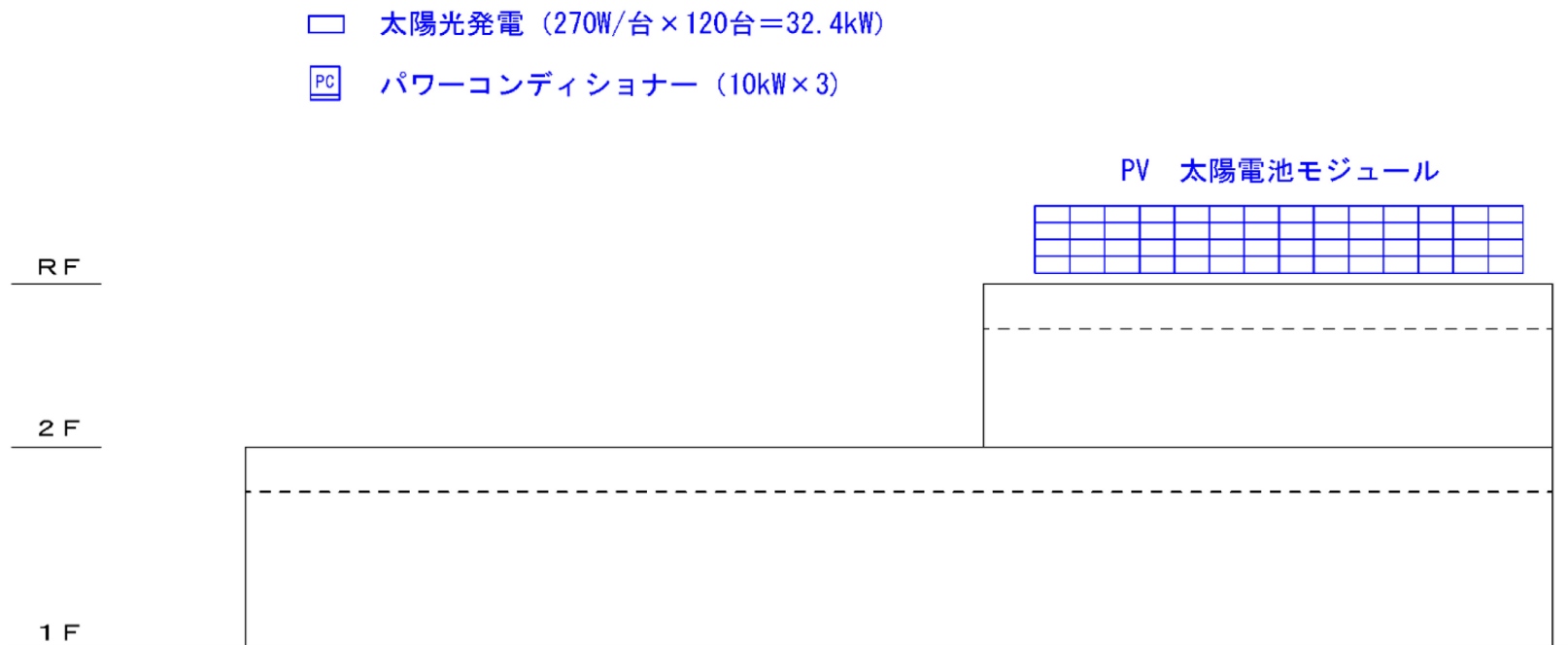
【設計上の留意点】

- ・ 大きな給湯負荷を必要とする施設であり、ZEB達成に向けた省エネ化と運用時のランニングコスト削減に貢献できる設備編成を行う
- ・ 省エネ性能、衛生面にも十分考慮した設計とする

【ZEB設計の対応】

- ・ 給湯負荷に対応するため、合計16tの貯湯槽を設定し、主熱源は高効率熱源機であるCO2ヒートポンプ給湯器(エコキュート)を採用。補助設備として太陽熱給湯システムを併用する給湯システムとする

- ・太陽光発電設備（最大出力30kW）を設置し全量自家消費する。



【設計上の留意点】

- ・設備の電化による電力負荷を賄う事、市の省エネ、脱炭素に関する取組として再生可能エネルギーの導入を検討

【ZEB設計の対応】

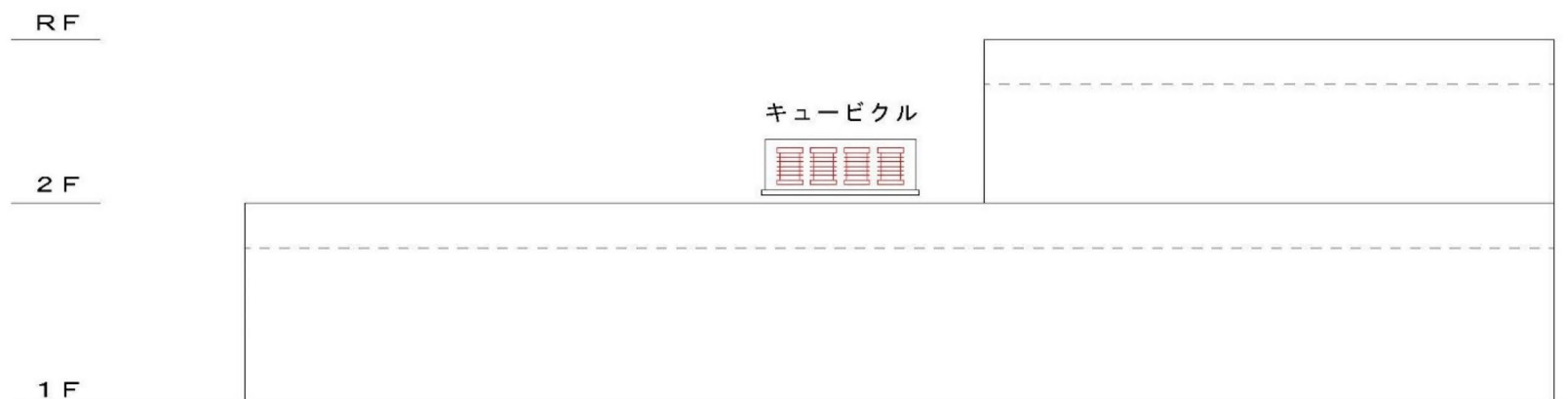
- ・施設の想定消費電力等を考慮し、全量自家消費にて設備容量を決定し設計を行う
- ・非常時には特定のコンセントに電力供給を行える自立機能を有する設備になっており、創エネとレジリエンス強化を実現できる設備になっている

変圧器を超高効率トランス（第2次トップランナー）とする。

3φ 300KVA × 2

3φ 200KVA × 1

1φ 75KVA × 1



【設計上の留意点】

- 大きな電力負荷が想定されることから、受変電設備においても高効率設備の導入を検討

【ZEB設計の対応】

- 負荷損、無負荷損等の圧損を低減できる「超高効率変圧器」を計画

事例紹介① 土佐市立学校給食センター

導入効果

単位 GJ/年

項目	基準値	ZEB設計値	実績値(BEMS)
空調	536.1	449.6	262.0
換気	4,982.3	1,534.6	1534.6
照明	851.4	258.2	78.0
給湯	503.6	227.8	381.0
昇降機	36.4	32.3	3.7
太陽光発電	0	-362.6	-205.5
合計	6,909.7	2,139.8	2,053.8
削減率(%)		69.0%	70.2%
ZEBランク		ZEB Ready	ZEB Ready
一次エネルギー削減量		4,769.9 GJ/年	4,855.9 GJ/年
CO2みなし削減量		276.7 tCO2/GJ	281.6 tCO2/GJ

0.058 tCO2/GJ

【導入効果】

- ・ 省エネ率…ほぼ計画通りの推移
設計値69%に対し実績値(実測値)70.2%
- ・ 空調、照明…設計値以上の省エネを実現
空調設定温度、照明制御内容等、施設所有者の運用上の省エネ対策が省エネ率を押し上げた要因と考えられる
- ・ 給湯…設計値を超える消費量に
食洗器等への高温水(80℃程度)の利用が想定より多かったため、高温出湯によるヒートポンプの効率低下が原因と考えられる
- ・ 太陽光…設計値以下の創エネ量に
施設特性上、学校等の長期休暇の時期は設備稼働が小さくなるため、太陽光電力の逆潮流が発生し、太陽光設備が停止する状況が続いたことが原因と考えられる

【課題】

- ・ 学校関連施設に関しては、休日が多く、施設の稼働率が低くなる時期がある。再生可能エネルギー(太陽熱・太陽光発電)は施設の稼働状況に関係なく動くため、施設低稼働時の創エネ設備の運用が課題になる。
(例)余剰売電・蓄電・地域への熱供給等

物 件 名 称	障害者支援施設 あおばの杜
事 業 者 名	徳島県心身障害者福祉会
事 業 者 分 類	社会福祉法人(民間)
建 築 用 途	福祉施設
延 床 面 積	2,621㎡
構 造 ・ 階 数	RC造・地上4階建
建 築 種 別	既存建築物(築20年以上経過)
設 計 Z E B ラ ン ク	ZEB Ready 51.0%(創エネ含まず)、52.0%(創エネ含む)



【案件形成～事業実現について】

- ① 施設が**築20年を経過し大規模修繕を検討**するにあたり「利用者の快適性向上とエネルギーコスト、CO2発生量削減」を踏まえ協議開始
- ② 施設の省エネ対策を検討する中で、補助金を含めた「改修ZEB」について設計事務所、ZEBプランナーから説明を行った。**補助金による大規模改修に掛るイニシャルコスト削減、ZEB導入によるランニングコスト削減、事業に関わるCO2排出量の抑制等のメリット**を理解していただき事業化となった

【ZEB実現のポイント】

- ① 設備のシステム変更を踏まえた省エネ化
 - ・空調:既存 中央方式 → 更新 個別空調方式
 - ・照明:既存 HF蛍光灯 → 更新 LED・各種センサー制御
 - ・給湯:既存 灯油ボイラー(循環方式)→業務用エコキュート(貯湯式)
 システム変更により、既存配管、配線を使用ができないため、付帯設備の費用が大きく事業費を押し上げた
- ② 事業費の増加を抑えるため設計事務所と協力し、**新設機器の設置に関しては分散して設置し、付帯工事の減少に考慮した設備配置計画**を行った

事例紹介② 障害者支援施設 あおばの杜

ZEB設備全体

- ①高断熱化(屋根、外壁)
・屋根、外壁:吹付硬質ウレタンフォーム
- ②日射遮へい(庇)
・全方位に採用、オーバーハング
- ③自然採光(トップライト)
・建物中央部に吹抜けを設け、トップライトにより自然採光することにより、空調・照明負荷を低減
- ⑦照明のゾーニング制御
・廊下・ホール系統、合計157台
- ⑧ハイブリッド給湯システム
・EHP加熱能力:30.0kW×1台(COP:4.10)、
真空式温水ヒーター93kW、貯湯槽:3,500ℓ×2台
- ⑨超高効率変圧器
・第二次トランスランナー変圧器(単相3線150kVA、1基)
(3相3線100kVA、1基)
- ⑩太陽光発電
・出力5.5kW、PV面積36.97㎡、発電量53.12GJ/年



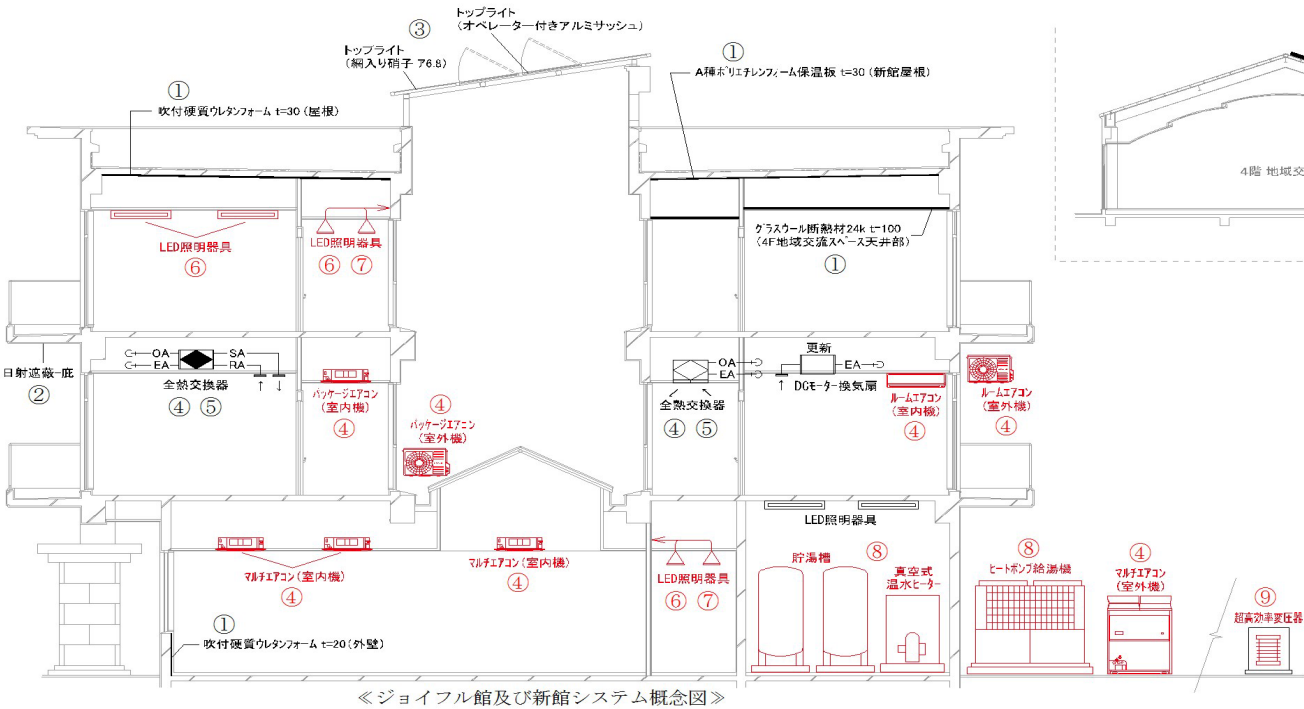
- ④高効率空調機
・ルームエアコン (い)
冷房能力:2.2kW、暖房能力:2.5kW、定格COPc=5.50、
定格COPh=5.81等、合計58台(室外機)、58台(室内機)

・ビルマル(EHP)
冷房能力:22.4kW、暖房能力:25.0kW、定格COPc=3.79、
定格COPh=4.33等、合計4台(室外機)、17台(室内機)

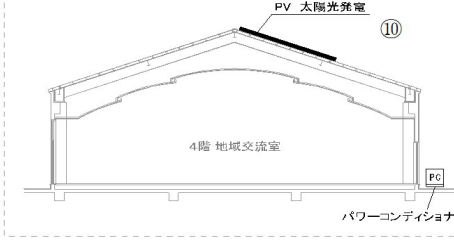
・パッケージエアコン
冷房能力:7.1kW、暖房能力:8.0kW、定格COPc=4.23、
定格COPh=4.73等、合計15台(室外機)、18台(室内機)
- ④高効率空調機
・全熱交換器
外気量、排気量:350㎡/h、熱交換効率67%等、合計19台
- ⑤外気利用・抑制システム
・外気冷房システム
共用系統、エンタルピー制御、合計19系統
- ⑥LED照明器具
・在室検知制御システム
便所・倉庫・階段室系統、合計82台

・明るさ検知制御システム
事務室・会議室・個室・共用系統、合計306台

・タイムスケジュール制御システム
廊下・ホール・リビング・食堂系統、合計275台



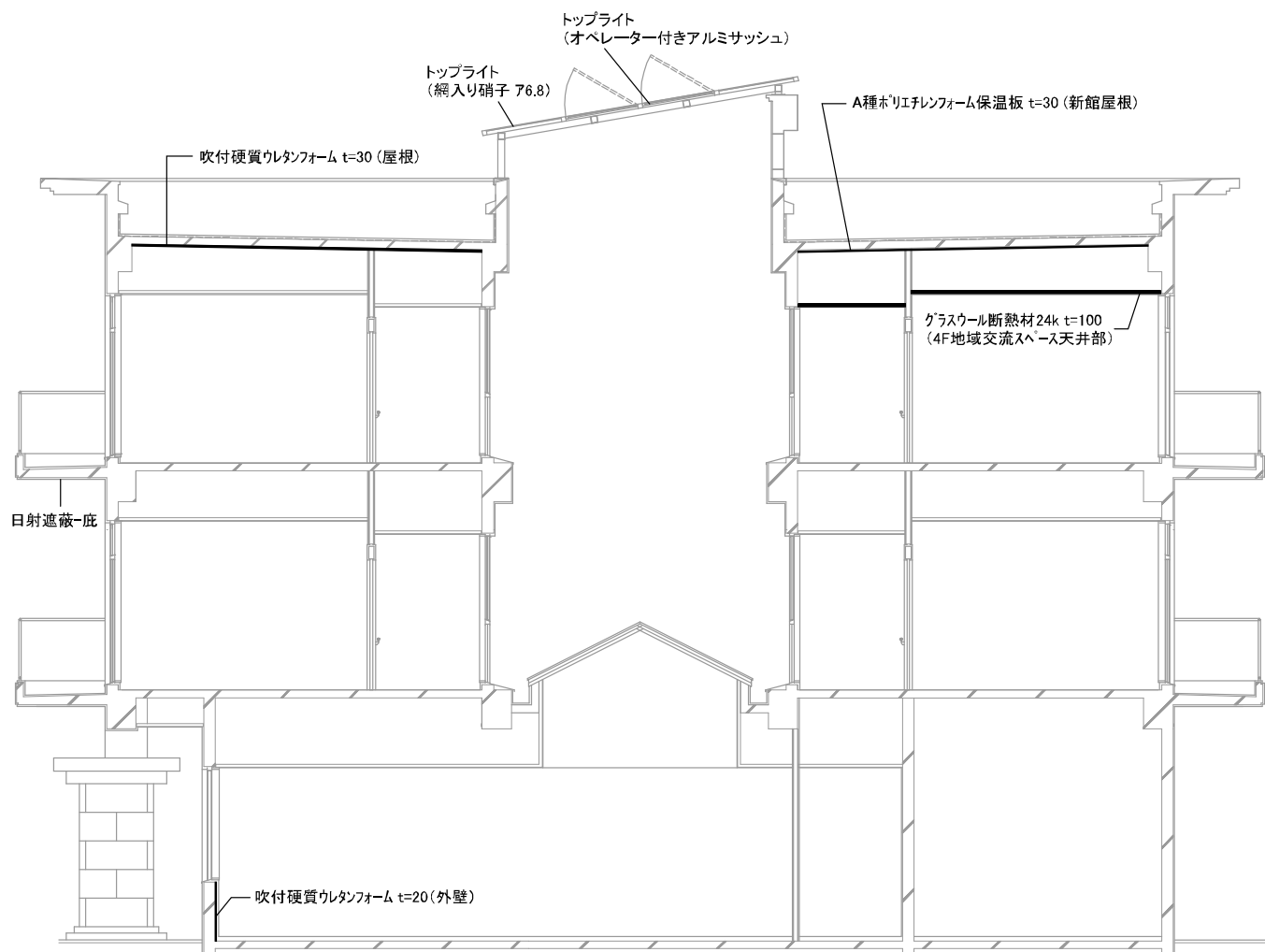
「BEMS構成」



事例紹介② 障害者支援施設 あおばの杜

既存流用: 外皮断熱

- * 屋根 … 吹付硬質ウレタンフォーム、A種3、熱伝導率 $\lambda 0.04\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 、断熱材厚み30mm
- * 屋根 … グラスウール断熱材、24k、熱伝導率 $\lambda 0.038\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 、断熱材厚み100mm
- * 屋根 … A種ポリエチレンフォーム保温板、1種、熱伝導率 $\lambda 0.042\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 、断熱材厚み30mm
- * 外壁 … 吹付硬質ウレタンフォーム、A種3、熱伝導率 $\lambda 0.04\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 、断熱材厚み20mm
- * 日射遮蔽(庇) … 全方位、オーバーハング Y1:0.55m Y2:1.66m Z:1.50m、日除け効果係数(冷0.543・暖0.658)等、他63形状
- * 自然採光(トップライト) … 建物中央部に吹抜けを設け、トップライトにより自然採光することにより、空調・照明負荷を低減



【設計上の留意点】

- 今回の事業においては、施設を利用しながらの改修になるため、居室が使用不可になる工事の採用は難しい
- 開口部(硝子)の断熱化をベースに検討する

【ZEB設計の対応】

- 外皮断熱については建物の形状、入居者の在室状況を加味し、既存流用とした
- 硝子の断熱化についても、建具類の規格、形状が特殊なため、開口部自体の改修が必要となり、施設を利用しながらの工事は難しいと判断し既存流用とした

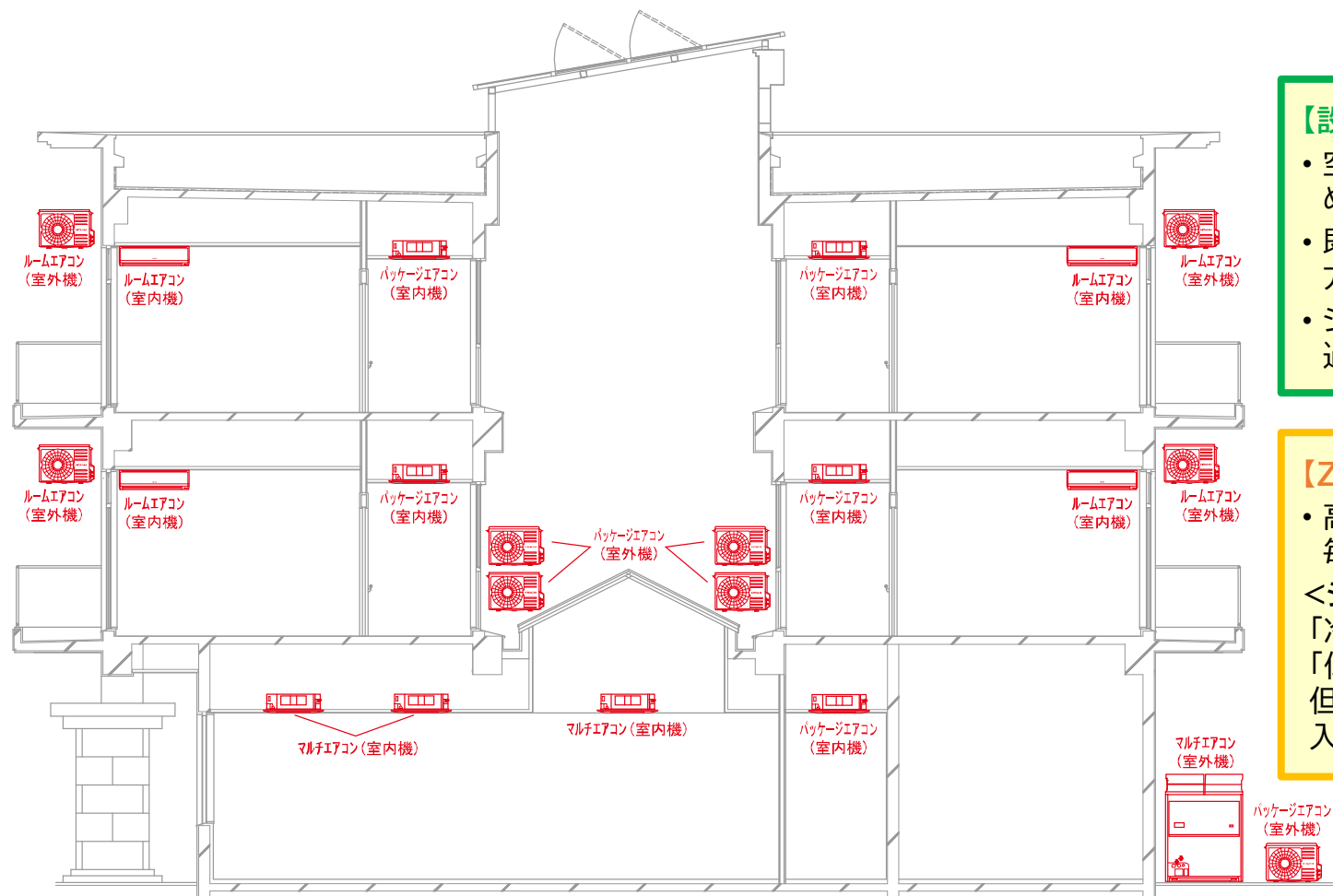
(改修前) 灯油焚吸収式冷温水発生器およびマルチエアコン、パッケージエアコンによる冷暖房システム

(改修後) 最新の省エネ型ルームエアコン、ビルマルチエアコンとパッケージエアコンの組み合わせによる省エネ空調システムに更新集中リモコンによる空調管理

* ルームエアコン(い) … 冷房能力:2.2kW、暖房能力:2.5kW、定格COP_c=5.50、定格COP_h=5.81等、合計58台(室外機)、58台(室内機)

* ビルマル(EHP) … 冷房能力:22.4kW、暖房能力:25.0kW、定格COP_c=3.79、定格COP_h=4.33等、合計4台(室外機)、18台(室内機)

* パッケージエアコン … 冷房能力:7.1kW、暖房能力:8.0kW、定格COP_c=4.23、定格COP_h=4.73等、合計17台(室外機)、20台(室内機)



【設計上の留意点】

- 空調設備が最大の消費エネルギーを占めるため、徹底した省エネ対策を行う
- 既存空調設備の中央式空調方式から個別空調方式に変更する
- システム変更による付帯工事(配管工事類)が過剰にならない様な設備計画を行う

【ZEB設計の対応】

- 高効率ルームエアコン・パッケージエアコンを室毎に設置する

<システム変更によるメリット>

「冷暖房切替の自由度向上」「故障リスクの分散」
「低負荷時の負荷追従性の向上による省エネ化」
但し関連機器が数多く設置されるため、意匠性、入居者の安全性については事業者と要協議

事例紹介② 障害者支援施設 あおばの杜

既存流用:換気

(改修前) 個室や共用系統には全熱交換器が設置されている

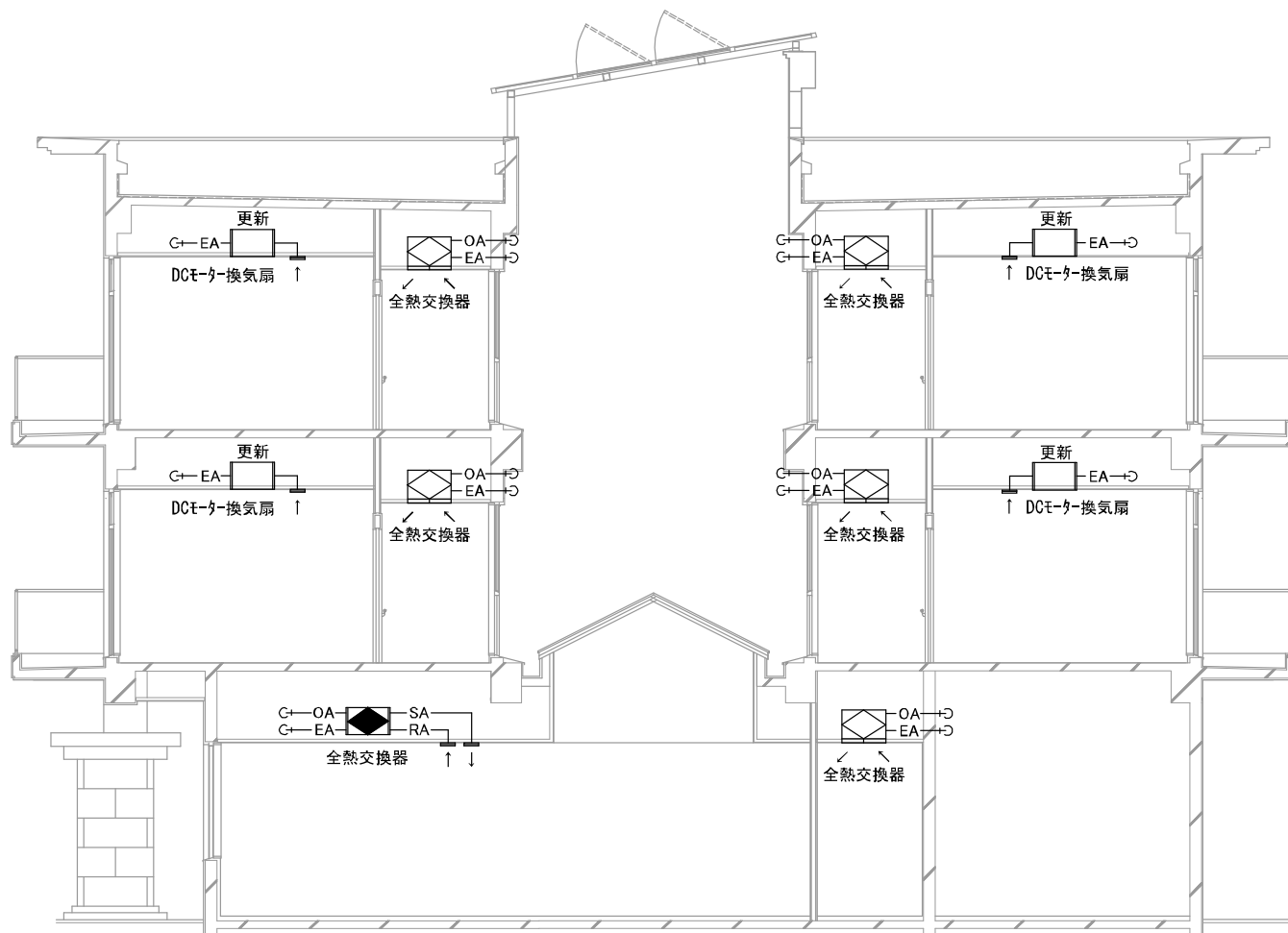
*全熱交換器システム … 外気量、排気量 … 350m³/h、熱交換効率67%等、合計48台

(改修後) 全熱交換器により放熱ロスを低減する。バイパス換気による中間期の外気冷房

個室系統の全熱交換器は普通換気扇(DCモーター、制御なし)に更新

*全熱交換器システム … 外気量、排気量 … 350m³/h、熱交換効率67%等、合計19台(既存再利用)

*外気冷房システム … 共用系統、エンタルピー制御、合計19系統



【設計上の留意点】

- 居室の換気方式を集中方式から個別方式に変更。機器未稼働時に臭いの逆流等が懸念
- 共有部分の全熱交換機は点検し問題なければ既存流用とする
- 換気扇の更新に際しては省エネ機器(DCブラシレスモーター換気扇)等を採用を検討する

【ZEB設計の対応】

- 居室は換気量を維持した状態で室毎の第3種換気方式を採用。DCブラシレスモーター換気扇を導入し省エネを図る
- 共有部の全熱交換換気扇は既存流用とした

(改修前) 主にHf照明器具や蛍光灯・白熱灯が設置されている *すべての照明に制御無し

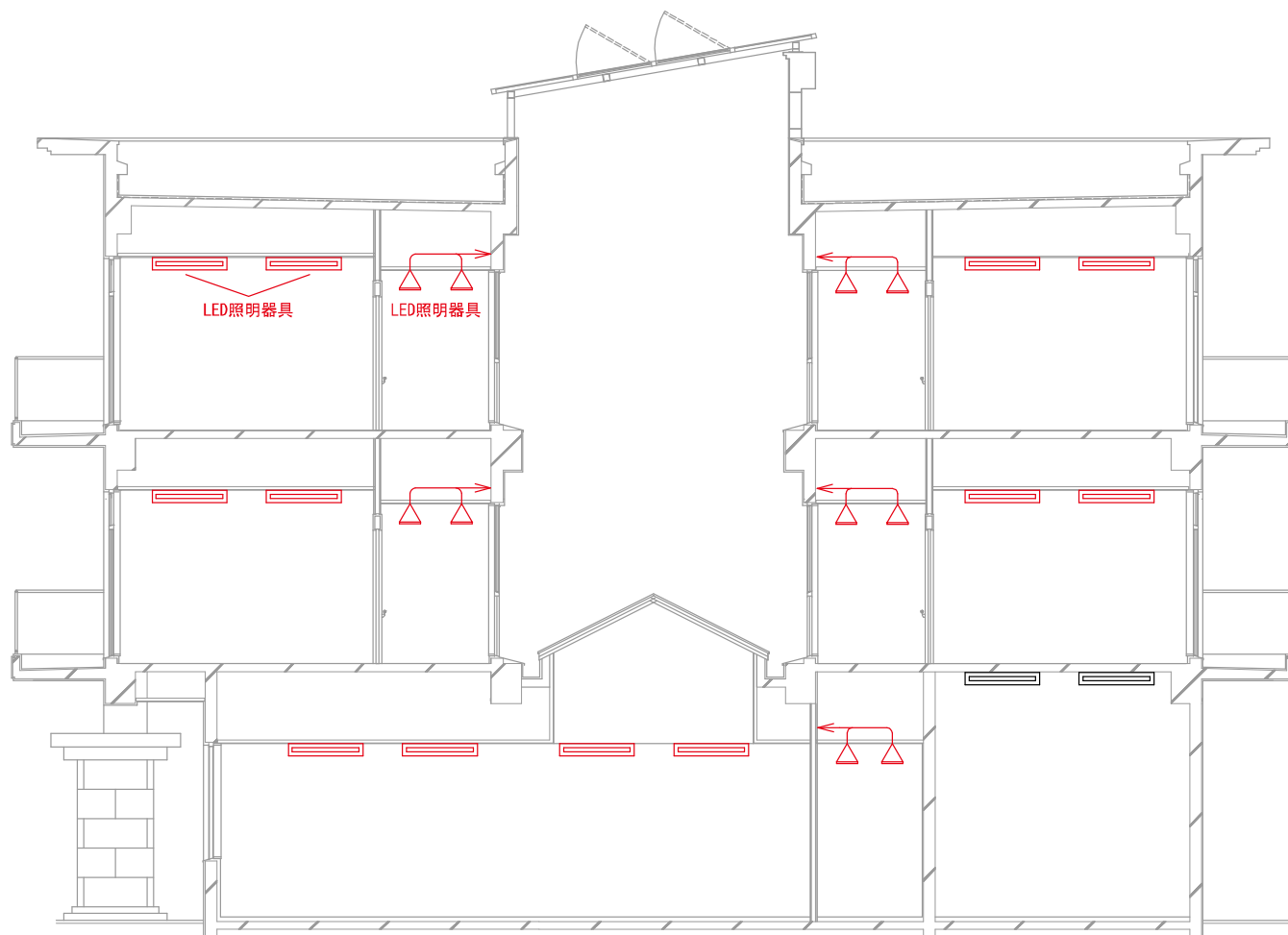
(改修後) 全面的にLED照明器具に更新する。自動制御することにより、照明負荷を低減

*在室検知制御システム … 便所・倉庫・階段室系統、合計82台

*明るさ検知制御システム … 事務室・会議室・個室・共用系統、合計306台

*タイムスケジュール制御システム … 廊下・ホール・リビング・食堂系統、合計275台

*ゾーニング制御 … 各階ホール・廊下等を含む共用部のLED照明において、3/4以下に調光を行い、照明の消費電力を削減



【設計上の留意点】

- 高効率LED照明機器に更新
- 現状、照明の制御はしていないため、改修計画においては、各室の使用状況を把握しセンサーによる自動制御を導入する
- 機器効率化と自動制御で省エネエネルギーの大幅な省エネを図る

【ZEB設計の対応】

- 高効率LEDに更新し、室用途に応じたセンサー制御も導入
人感センサー、調光センサー、タイムスケジュール
- タイムスケジュールの拡張機能を利用し、未評価技術である「照明ゾーニング制御」を導入

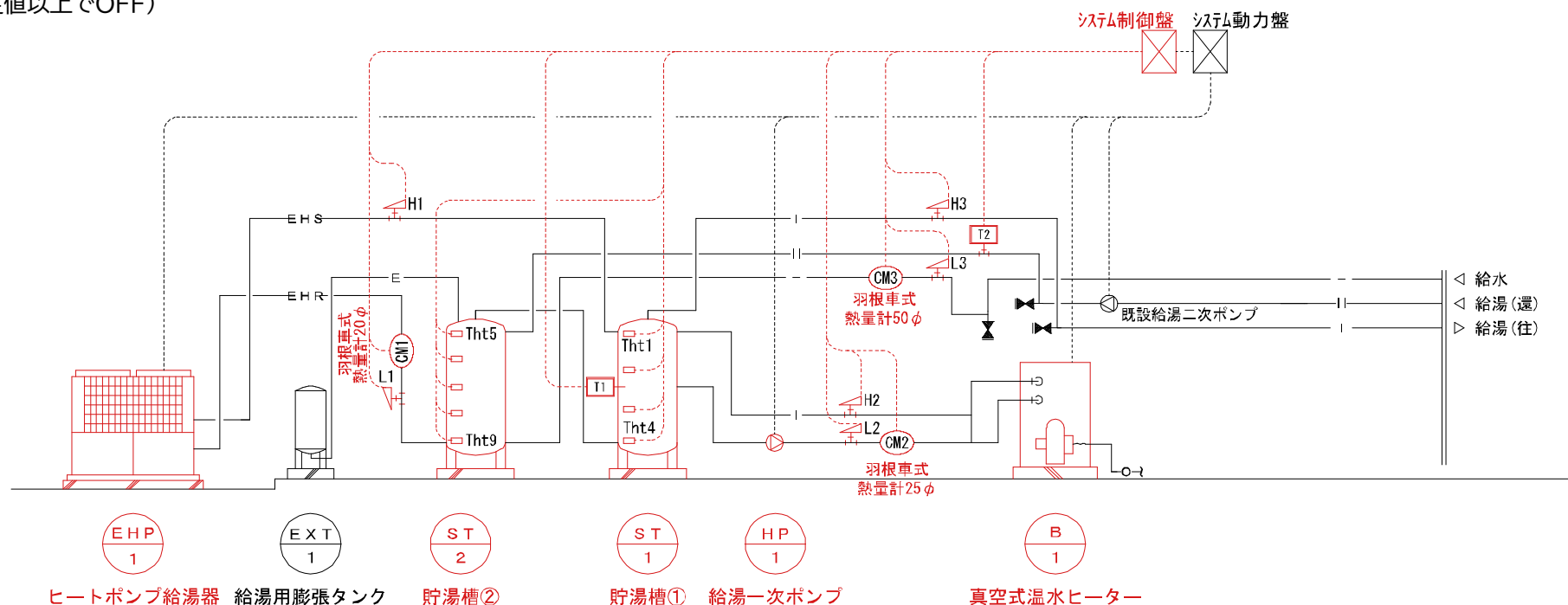
事例紹介② 障害者支援施設 あおばの杜

導入設備:給湯

(改修後) ハイブリッド給湯システム EHP加熱能力:30.1kW×1台(COP:4.1)、真空式温水ヒーター93kW、貯湯槽:3,500ℓ×2台

- ・中央式給湯方式を採用し、貯湯槽の最適化のためにヒートポンプ給湯機と真空式温水ヒーターのハイブリッド給湯による高効率省エネルギー運転を行う
- ・貯湯槽(密閉式立型)2基を直列に接続し、自然冷媒ヒートポンプ給湯機をインバーター制御により、出湯温度65℃で高効率省エネルギー運転する(予熱運転)
- ・真空式温水ヒーターは出湯用の貯湯槽①に接続し、ヒートポンプ熱量が不足した場合、加熱運転し、貯湯槽①の温度を平均60℃以上に保つ

【制御】ヒートポンプ給湯機は、給水管が接続している貯湯槽②の温度が設定値以下になると、インバーター制御(循環ポンプ内臓)運転し、60℃で貯湯槽①へ出湯され、予熱循環加温される(設定値以上でOFF)



【設計上の留意点】

- ・給湯システム変更
- ・既存 中央給湯(循環式) → 中央方式(貯湯給湯)貯湯槽の設置により熱源設備の容量減を図る
- ・高効率熱源機器の採用(業務用エコキュート)
- ・給湯熱源機器の電化に伴い設備規模の増加 → 機器設置場所の検討

【ZEB設計の対応】

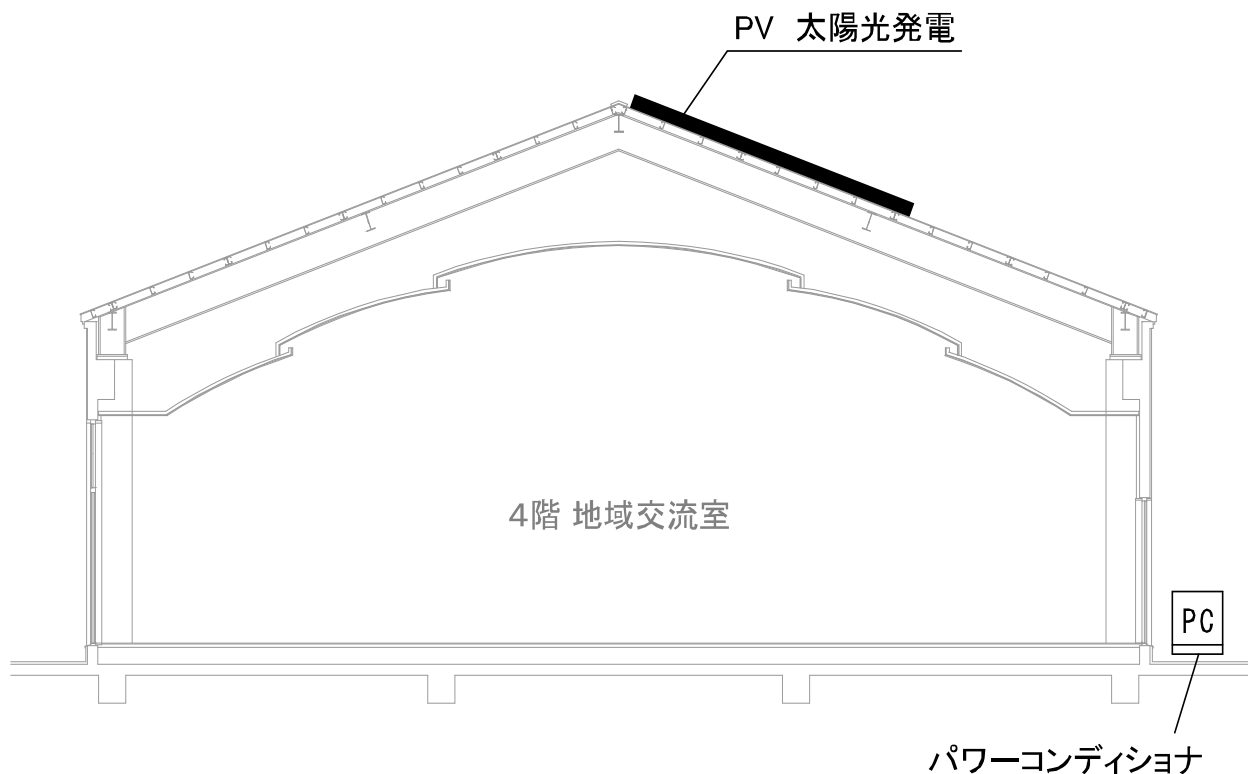
- ・主熱源としては高効率熱源機器である業務用エコキュートを採用
- ・熱源設備の電化による設備規模の増加に配慮し燃焼機器(真空ボイラー)との「ハイブリッド給湯システム」を採用し貯湯槽容量、ヒートポンプ容量を下げることで対応

事例紹介② 障害者支援施設 あおばの杜

導入設備:太陽光発電

(改修前) なし

(改修後) 太陽光発電設備(太陽電池モジュール293W×24枚)を設置し、全量自家消費する
*太陽光発電設備 … 出力5.5kW、PV面積36.97㎡、発電量53.12GJ/年
太陽電池モジュール293W×24枚、パワーコンディショナ(3φ3W 5.5kW)×1台



【設計上の留意点】

- 再生可能エネルギーを導入し通常時の省エネと非常時の電源として利用する

【ZEB設計の対応】

- 南向きの屋根が無かった為、発電量シュミレーションの結果を基に西向き屋根に設置
- 容量に関しては非常時使用するコンセント数か所分に対応可能な機器を選定

事例紹介② 障害者支援施設 あおばの杜

導入設備: 超高効率変圧器

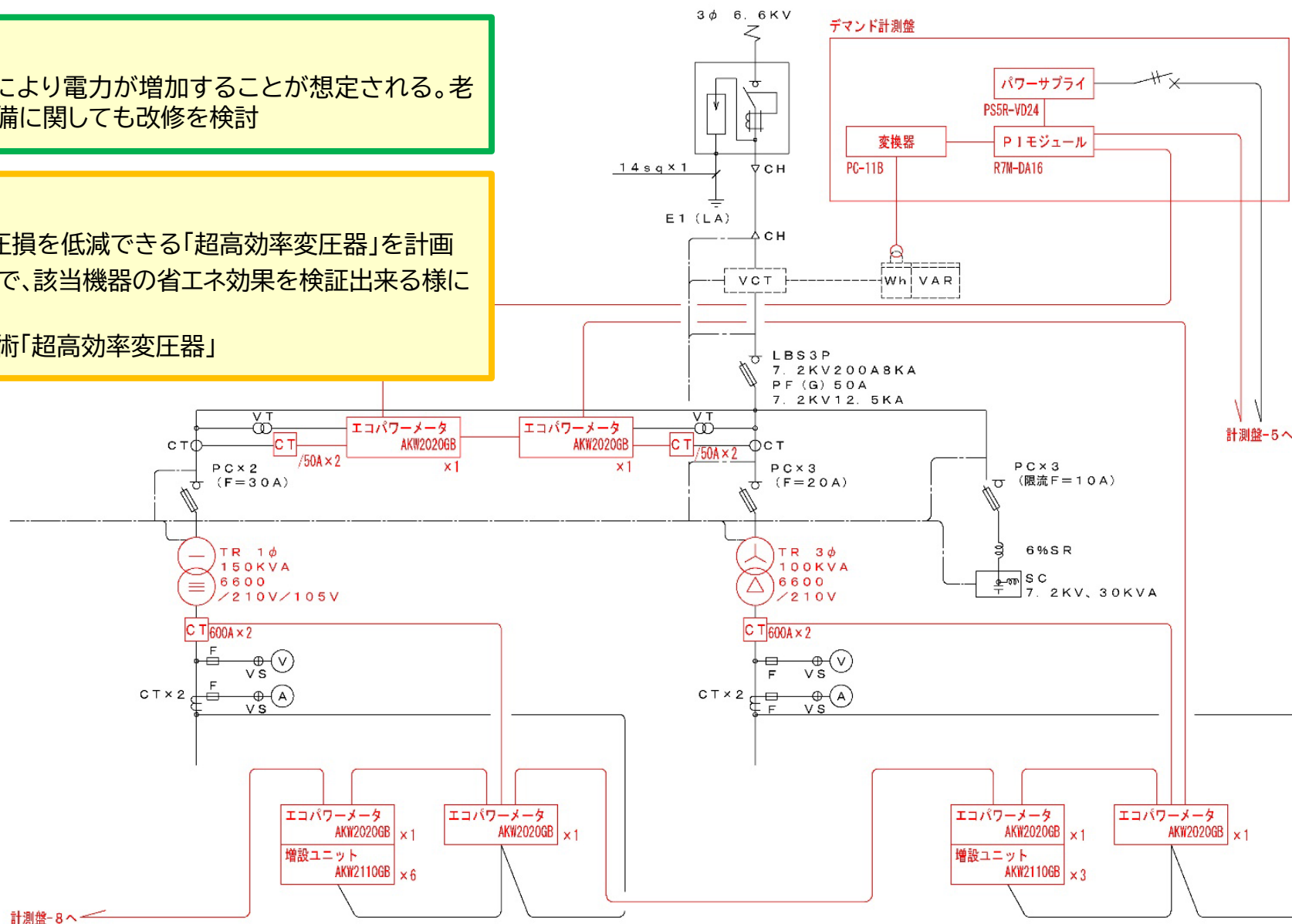
(改修後) 第二次トッランナー変圧器(単相3線150kVA×1基、三相3線100kVA×1基)

【設計上の留意点】

- 空調、給湯熱源の電化により電力が増加することが想定される。老朽化している受変電設備に関しても改修を検討

【ZEB設計の対応】

- 負荷損、無負荷損等の圧損を低減できる「超高効率変圧器」を計画
- 上記機器を設計する上で、該当機器の省エネ効果を検証出来る様に計測機器を設置
- ※WEBPRO未評価技術「超高効率変圧器」



事例紹介② 障害者支援施設 あおばの杜

導入効果

単位 GJ/年

項目	基準値	ZEB設計値	実績値(BEMS)
空調	2,586.3	1,458.5	835.6
換気	601.2	144.1	89.8
照明	1,200.4	267.1	216.5
給湯	965.2	719.6	395.4
昇降機	73.3	65.1	29.7
太陽光発電	0	-52.6	-85.9
合計	5,426.3	2,601.8	1,481.1
削減率(%)		52.0%	72.7%
ZEBランク		ZEB Ready	ZEB Ready
一次エネルギー削減量		2,824.5 GJ/年	3,945.2 GJ/年
CO2みなし削減量		163.8 tCO2/GJ	228.8 tCO2/GJ

0.058 tCO2/GJ

【導入効果】

- ・削減率…設計値52%を大幅超えた
実績値(実測値)72.7%を実現
- ・全設備区分で設計値を大きく上回る結果
- ・空調…設定温度の調整、集中制御による制御を実施
- ・換気…運転時間、風量の設定と現場への周知
- ・照明…点灯時間、照度の調整
- ・給湯…貯湯槽温度を調整(60℃で貯湯)
- ・BEMS…デマンド値及び消費電力量を監視して各設備機器に容量制御運転を実施

事業者の運用上の省エネ対策が省エネ率を大幅に押し上げたものと考えられます

【課題】

- ・施設を利用しながらの改修工事の場合は設備更新にによる省エネのみに偏ってしまうケースが多い。外皮性能が低い建築物の改修ZEBは難易度が高くなる
- ・空調、給湯設備のシステム変更に必要な付帯工事の増加による事業費、工事規模の増加が改修ZEBの足かせになる事が考えられる。個別分散での設備設置が可能かどうか重要

まとめ

既存建築物のZEB化(ZEB Ready)は決して難しいものではない

困難な技法や特殊な設備導入ではなく、汎用設備の更新で実現可能

用途区分別の改修ポイント

外 皮	<ul style="list-style-type: none">・既築改修の場合、施設を利用しながらの改修工事になるため比較的容易な工事しかできない※外壁の断熱強化は困難・窓ガラスをLow-eガラスや高断熱窓に更新を検討・最上階の屋根や天井裏に断熱材を敷設を検討
空 調	<ul style="list-style-type: none">・中央方式から個別分散方式へ変更・適正容量の機種選定・全熱交換機の導入により、空調容量の低減を図る
換 気	<ul style="list-style-type: none">・省エネ型機器への更新(DCブラシレスモーター換気扇等)・大きい容量の送風機は自動制御による可変制御を行う厨房等…厨房機器のガス消費量、消費電力量、差温等で制御集会所・体育館…CO2濃度検知による制御
給 湯	<ul style="list-style-type: none">・給湯負荷の大きい施設(ホテル、福祉施設、病院等)は検討が必要・高効率ヒートポンプ方式の給湯システムの導入ヒートポンプ+燃焼機器を組合せた「ハイブリット給湯システム」も有効
再 エ ネ	<ul style="list-style-type: none">・太陽光発電…平時の省エネと非常時の電源確保が可能な設備、全量自家消費が可能な容量を選定・太陽熱利用…給湯負荷が多い施設に有効※学校等の休日が多い施設に関しては余剰電力、余剰熱の利用方法の検討が必要。余剰売電(系統連系)等
BEMS	<ul style="list-style-type: none">・消費エネルギー監視し、過去データと比較検証を行い運用時における省エネを推進する



ご清聴ありがとうございました。

ZEB
(ゼロ・エネルギー・ビル)
実践編

株式会社エービル
株式会社インプラット

(1) ZEBプランニング事例

「ZEB」プランニング事例

環境省 ZEB化事業

老健施設 (沖縄)

延床面積 1,811㎡



経産省 ZEB実証事業

事務所 (沖縄)

延床面積 3,093㎡

「ZEB」プランニング事例

経産省 ZEB実証事業

病院 (札幌)

延床面積 8,601㎡



経産省 ZEB実証事業

事務所 (福岡)

延床面積 4,100㎡

「ZEB」 プランニング事例

環境省 レジリエンス強化ZEB事業

ホテル (札幌)

延床面積 9,544㎡



経産省 ZEB実証事業

ホテル (福岡)

延床面積 45,989㎡



環境省 防災・減災ZEB事業

ホテル (長崎)

延床面積 8,854㎡



「ZEB」 プランニング事例

経産省 ZEB実証事業

商業施設 (札幌)

延床面積 9,286㎡



「ZEB」 プランニング事例

環境省 レジリエンス強化ZEB事業

老人ホーム (長崎)

延床面積 3,457㎡



環境省 レジリエンス強化ZEB事業

ホテル (広島)

延床面積 2,472㎡



「ZEB」 プランニング事例

環境省 レジリエンス強化ZEB事業

事務所 (大分)

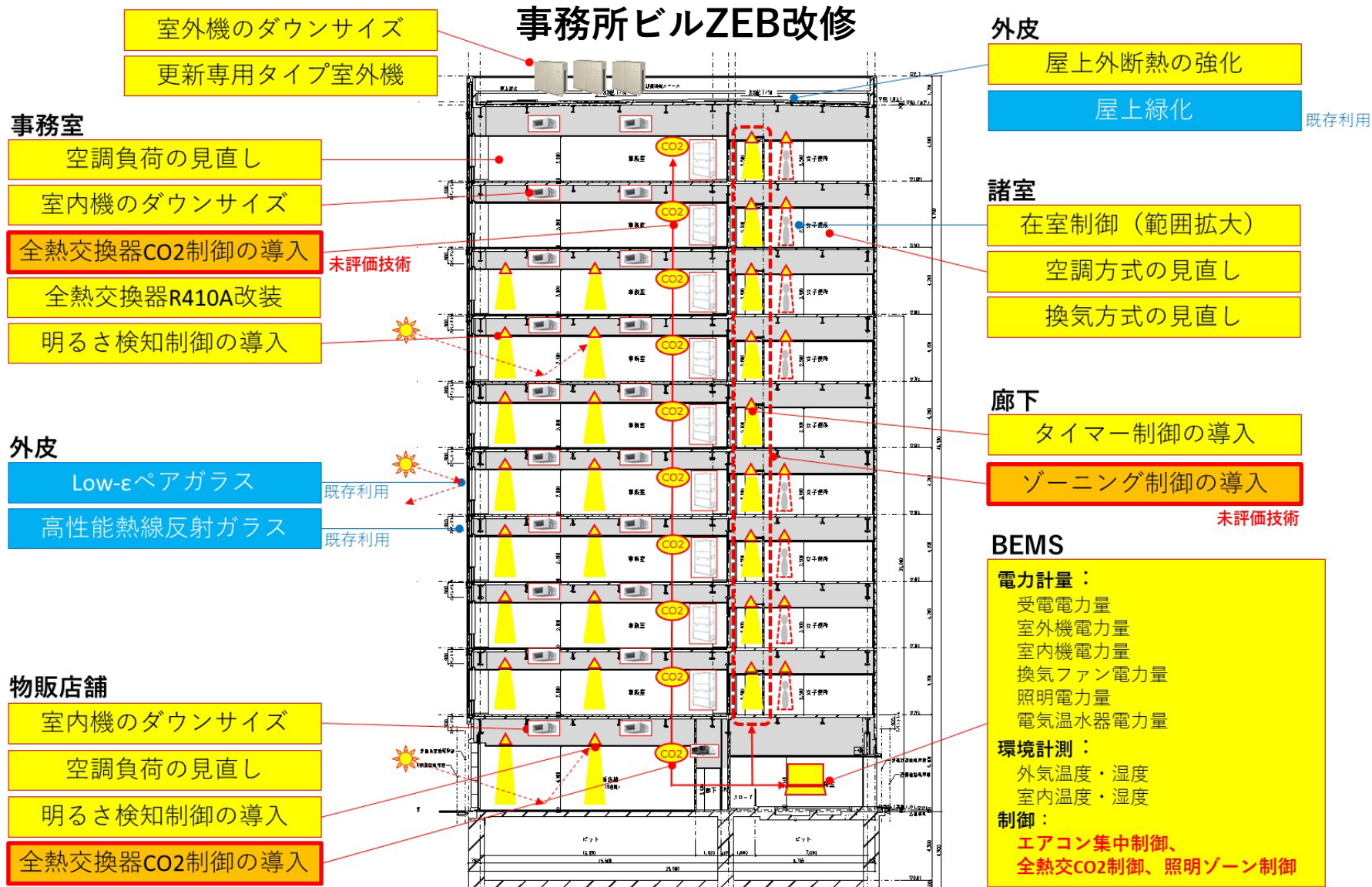
延床面積 2,664㎡



(2) ZEB改修 実践編

ZEB改修 実践編（全体概要）

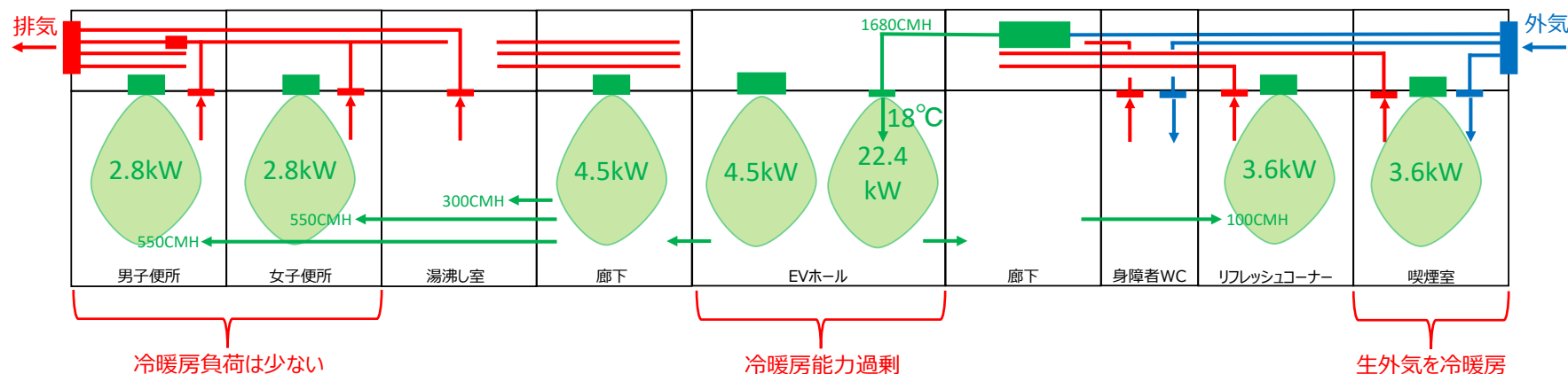
事務所ビルZEB改修



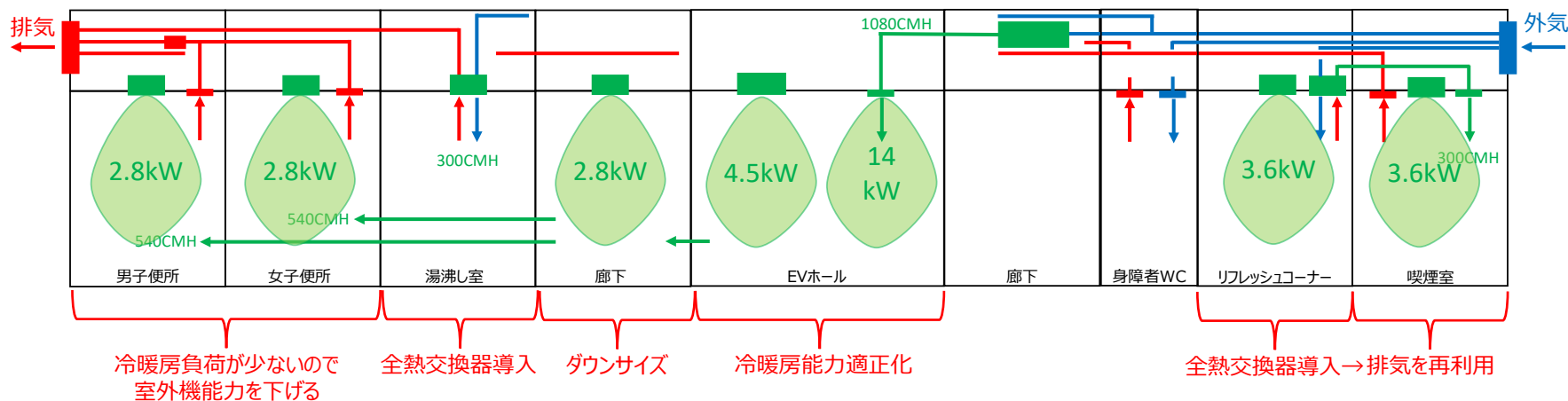
室内機・室外機能力、換気の見直し

【単純更新の場合】

【凡例】室内機 ■ 換気扇 ■



【ZEB仕様】



ZEB改修 実践編（省エネ計算）

【単純更新】

【ZEB更新】

単純更新した場合（照明は制御なし、空調は同機種同容量にて更新した場合）のBEI計算結果

ZEB仕様の場合（照明は制御あり、空調は更新専用タイプ改変、容量見直し案の場合）のBEI計算結果

3. PAL * 一次エネルギー消費量計算結果

3. 一次エネルギー消費量計算結果

	一次エネルギー消費量 [GJ/年] ([MJ/延床㎡・年])	
	設計値	基準値
空調設備	9,624.14 (905.55)	9,954.63 (936.65)
換気設備	180.59 (16.99)	271.43 (25.54)
照明設備	3,110.76 (292.70)	4,322.84 (406.74)
給湯設備	466.96 (43.94)	138.58 (13.04)
昇降機	319.41 (30.05)	359.34 (33.81)
太陽光発電(PV)	0.00 (0.00)	
コージェネレーション設備(CGS)	0.00 (0.00)	
その他	4,155.80 (391.03)	4,155.80 (391.03)
合計	PV及びCGSを対象とする場合	17,857.7 (1,680.27)
	CGSを対象とする場合	17,857.7 (1,680.27)
		19,202.7 (1,806.82)

	一次エネルギー消費量 [GJ/年] ([MJ/延床㎡・年])	
	設計値	基準値
空調設備	5,506.02 (518.07)	9,954.63 (936.65)
換気設備	180.59 (16.99)	271.43 (25.54)
照明設備	2,041.93 (192.13)	4,322.84 (406.74)
給湯設備	466.96 (43.94)	138.58 (13.04)
昇降機	319.41 (30.05)	359.34 (33.81)
太陽光発電(PV)	0.00 (0.00)	
コージェネレーション設備(CGS)	0.00 (0.00)	
その他	4,155.80 (391.03)	4,155.80 (391.03)
合計	PV及びCGSを対象とする場合	12,670.8 (1,192.22)
	CGSを対象とする場合	12,670.8 (1,192.22)
		19,202.7 (1,806.82)

空調エネルギーが過大
照明エネルギーが多い
(原因)
①空調熱源容量が過大
事務室基準値0.146kW/m2
→ 既存容量0.274kW/m2
②照明制御範囲が限定的
既存は1トレイ階段のみ

空調エネルギーを削減
照明エネルギーを削減
(対策)
①空調熱源容量を適正化
事務室基準値0.146kW/m2
→ ZEB仕様0.124kW/m2
②照明制御範囲を拡大

6.2. BEI(新築の場合)

6.1. BEI・一次エネルギー消費量(その他除き)

適用する基準	一次エネルギー消費量(その他除き) [GJ/年] ([MJ/延床㎡・年])		BEI	
	設計値	基準値	設計	基準
建築物エネルギー消費性能基準	13,701.9 (1,289.24)	15,046.9 (1,415.79)	0.92	1.00
建築物エネルギー消費性能指導基準	13,701.9 (1,289.24)	9,028.1 (849.47)	0.92	0.60※

適用する基準		一次エネルギー消費量(その他除き) [GJ/年] ([MJ/延床㎡・年])		BEI	
		設計値	基準値	設計値	基準値
建築物エネルギー消費性能基準	H28年4月以降	8,515.0 (801.19)	15,046.9 (1,415.79)	0.57	1.00
	H28年4月現存		16,551.5 (1,557.36)		1.10
大規模建築物エネルギー消費性能基準	R6年4月以降		12,037.5 (1,132.63)		0.80
	R6年4月現存	8,515.0 (801.19)	15,046.9 (1,415.79)	0.57	1.00
	H28年4月以降		16,551.5 (1,557.36)		1.10
建築物エネルギー消費性能指導基準	R4年10月以降		9,028.1 (849.47)		0.60
	R4年10月現存	8,515.0 (801.19)	15,046.9 (1,415.79)	0.57	1.00

BEI値: 0.92
→ ZEB 認証不可

BEI値: 0.57
→ 『ZEB Oriented』認証可

6.3. BEI(既存建築物の増改築を行う場合)

6.3. エネルギー用途別BEI(参考)

		計算対象床面積 [㎡]		BEI
既存部分		-	-	-
増改築部分		-	-	-
全体		-	-	-

BEI/AC	BEI/V	BEI/L	BEI/HW	BEI/EV
0.97	0.67	0.72	3.37	0.89

『ZEB Oriented』認証を目指す
→ 空調負荷再計算・容量見直し
→ 照明制御範囲の拡大
→ BEI値0.6を目標とする

→ 空調BEI: 0.97→0.56
→ 照明BEI: 0.72→0.48
→ BEI値0.6以下を達成

既存建築物のZEB
(ゼロ・エネルギー・ビル)
実践編

株式会社インプラット

快適性を損なわない改修のために

- **ZEB改修に掛かる概算費用を知りたい**
- 改修計画づくり（補助金の活用検討）
- 図面の整理（図面のBIM化など）
- 既存配管利用の確認
- **ZEB仕様の選定（断熱改修）**
- R32の冷媒変更の確認

改修費の概算 補助金を利用した際の概算算定ツールのご紹介

先にも後にも予算 資材・人件費高騰 による不安

Q 素朴な質問 ZEB改修費用の概算を知りたい

A 過去実績から㎡単価を算出。延床面積を入力するだけで工事費・補助金額得概算を算出。

設備費

空調

- ・全熱交換器
- ・リモコン
- ・室外機
- ・室内機
- ・リモコン
- ・給電ユニット

照明

- ・照明器具 (直管)
- ・照明器具 (DL)
- ・あかりセンサー (親)
- ・あかりセンサー (子)
- ・ひとセンサー (親)
- ・ひとセンサー (子)

工事費

換気・空調

- ・全熱交換器
- ・空調機
- ・照明器具
- ・機器据付費
- ・ダクト工事費
- ・電気工事
- ・雑工事
- ・試運転調整費
- ・現場管理費

照明

- ・器具据付費
- ・雑工事
- ・現場管理費

撤去処分費・その他

- ・換気
- ・空調
- ・照明
- ・BEMS


※断熱材・開口部は除く

改修費の概算 補助金を利用した際の概算算定ツール

先にも後にも予算 資材・人件費高騰 による不安

ここに延床面積を入力

下記数値はサンプル数値

 2,000	SHIFT	ビルリノベ改修	ZEB更新
全熱交換器	9,000,000	9,000,000	9,000,000
空調設備	60,000,000	50,000,000	55,674,000
照明設備	12,000,000	20,000,000	20,000,000
BEMS	0	6,000,000	6,000,000
撤去費（換気）	1,000,000	1,000,000	1,000,000
撤去費（空調）	3,000,000	3,000,000	3,000,000
撤去費（照明）	1,000,000	1,000,000	1,000,000
改修費計	86,000,000	90,000,000	95,674,000
全熱交換器	9,723,000	0	8,280,000
空調設備	62,257,000	0	51,697,000
照明設備	0	0	18,022,000
BEMS	0	0	6,000,000
補助対象経費	71,980,000	0	83,999,000
補助金見込額	23,993,000	30,000,000	55,999,000

光熱費・CO2排出量レポート例

3,300㎡ 事務所の試算例 ZEB等の仕様毎 即時把握



ZEB Ready



達成

BPI : Ver. 4.2 0.96 Ver. 4.3 0.96

BEI : Ver. 4.2 0.48 Ver. 4.3 0.75

Ver. 4.2 : 提案

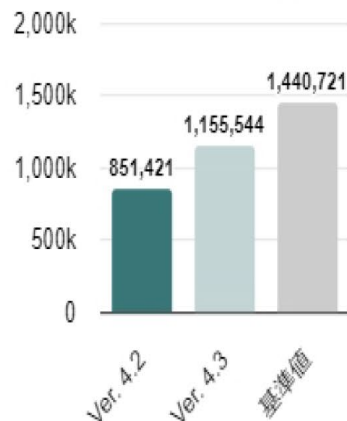
Ver. 4.3 : 原案

計画概要

建物の名称	
建築物所在地	福岡県 福岡市博多区
階数 (地上)	11
階数 (地下)	-
述べ面積	3298.67 m ²

一次エネルギー評価[kWh/年]

↓ 40.9 % Ver. 4.2

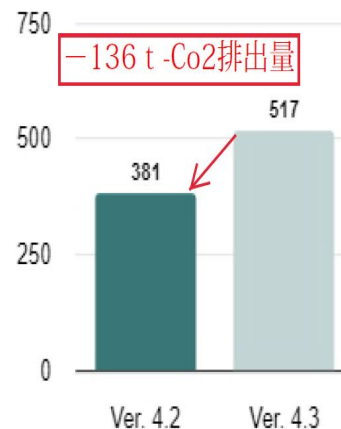


ZEBReady

改修内容

CO2 排出量[t-CO2/年]

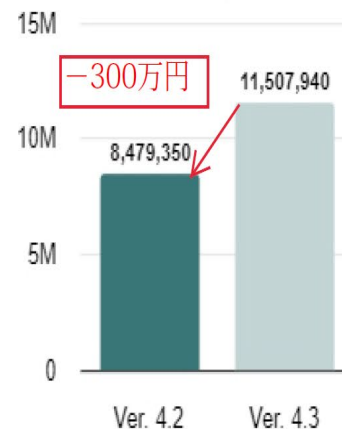
380.6 t-CO2 Ver. 4.2



-136 t -Co2排出量

光熱費[円/年]

847 万円 Ver. 4.2



-300万円

既存建築物のZEB仕様の例

断熱改修の事例

改修ZEB等の考え方（参考）

設備機器の入れ替えではなく将来にわたっての改修

外皮（断熱材・サッシ）の強化で熱負荷を低減



空調容量を削減



効率的な照明設置数を検討



快適性を損なわない改修

高齢者施設のZEB仕様例

地域別ZEB水準相当仕様：外皮

6地域 病院用途 3,000㎡

カテゴリー	項目	ZEB水準相当	備考	目標 BPI値
外皮	窓仕様	アルミサッシ Low-E複層ガラス ・ Low-E 1枚 ・ 乾燥空気 ・ 日射遮蔽型 ・ 中空層6～12mm 程度 ブラインド、カーテン、ロールスクリーンなどの設置	※外皮強化が空調負荷を抑制するためのポイントとなります	0.70程度
	屋根断熱	押出法ポリスチレンフォーム3種b 30～50mm		
	外壁断熱	吹付硬質ウレタンフォームA種1H 30～50mm		
	スラブ下断熱	押出法ポリスチレンフォーム断熱材 3種 b 30mm		

2地域 病院用途 3,000㎡

カテゴリー	項目	ZEB水準相当	備考	目標 BPI値
外皮	窓仕様	アルミサッシ ※二重窓も検討 Low-E複層ガラス ・ Low-E 1枚 ・ 乾燥空気 ・ 日射取得型 ・ 中空層12mm以上 ブラインド、カーテン、ロールスクリーンなどの設置	※外皮強化が空調負荷を抑制するためのポイントとなります	0.60程度
	屋根断熱	押出法ポリスチレンフォーム3種b 50mm以上		
	外壁断熱	押出法ポリスチレンフォーム 100mm程度		
	スラブ下断熱	押出法ポリスチレンフォーム断熱材 3種 b 30mm程度		

高齢者施設のZEB仕様例

6地域 ZEB水準相当仕様：換気・給湯 3,000㎡

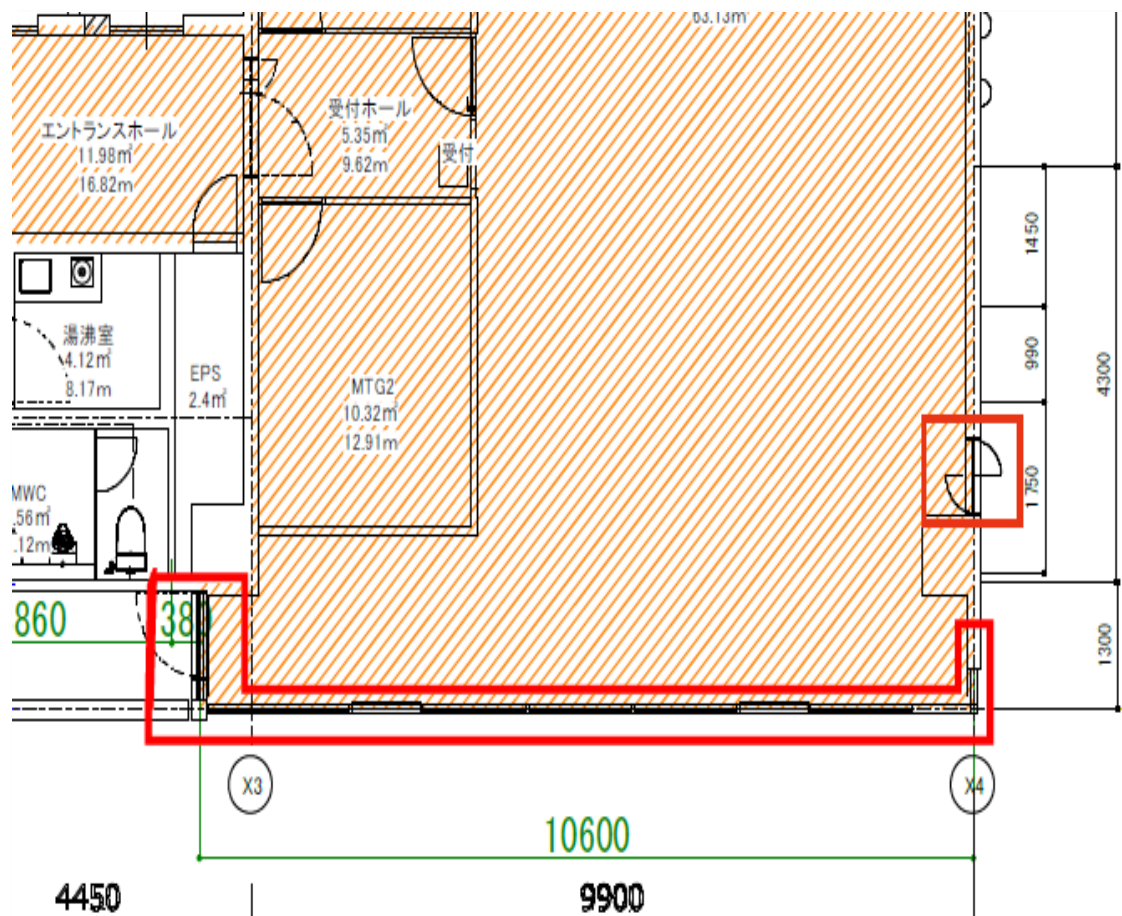
カテゴリー	項目	ZEB水準相当	備考	目標 BEI/V値
換気	便所	第一種換気(厨房等)・第三種換気(便所・更衣室・倉庫等) ※JIS C4212 高効率モーター、インバータ制御、温度制御、 CO2濃度制御	※設計風量に対しての電動機定格出力(kW) が低い機種の選定 ※高効率型、インバータ制御を 採用できるとより良くなる	0.50程度
	更衣室または倉庫			
	厨房			
	廃棄物保管書等			
カテゴリー	項目	ZEB水準相当	備考	目標 BEI/HW値
給湯	機器および保温仕様	高効率給湯器：ヒートポンプ式(電気)、潜熱回収型(ガス) 例)電気温水器 (定格加熱能力0.7kW 熱源効率0.37) 給湯管の保温 自動水栓の採用	※自動水栓一体型電気温水器は保温無し でも保温仕様Dが認められています。	0.90程度

< 沖縄（8地域）のポイント >

- ・ 日射を遮る庇とLow - e ガラス
- ・ 高効率エアコンCOP4.0以上
- ・ **調湿換気デシカント**
- ・ HP給湯機

外皮一部改修 西面のペリメーターゾーン熱負荷の検証 内窓設置した場合

既存建築物事務所 2,300㎡ 11階 6地域



西面 開口部比率70%
ここに内窓設置

西面に内窓を付けた場合のペリメーター負荷

★現状の単板ガラス使用時の執務室の熱負荷

室 別 熱 負 荷 計 算 集 計 表																	
部屋名称				階		系統		部屋数		面積		天井高		ファンコイル設置			
執務室				5F				1		147.9 m ²		2. 60 m		無			
室内設計温湿度条件						外 気						室内顕熱負荷補正係数					
		夏期		冬期				夏期		冬期				冷房		暖房	
乾球温度		26.0 ℃		22.0 ℃		外気量		690 m ³ /h		690 m ³ /h		余裕係数		1. 10		1. 10	
相対湿度		50 %		40 %		全熱交換率		65 %		65 %		間欠運転係数		1. 10		1. 10	
												送風機負荷係数		1. 05		—	
冷 房	時刻	外気条件		分類	構造体負荷	ガラス面 日射負荷	照明負荷	人体負荷		その他負荷		すきま風負荷		補正前室内負荷合計		外気負荷	総合負荷
		℃DB	%RH					顕熱	潜熱	顕熱	潜熱	顕熱	潜熱	顕熱	潜熱		
	9	32. 0	67. 1	総	2029	3345	1331	1587	1219	2662	0	88	359	11042	1578	2520	16907
	12	34. 3	59. 2	総	2932	1667	1331	1587	1219	2662	0	122	363	10301	1582	2729	16260
	14	34. 8	58. 0	総	3352	6665	1331	1587	1219	2662	0	129	370	15726	1589	2809	22640
	* 16	33. 7	60. 1	総	3354	9518	1331	1587	1219	2662	0	113	348	18565	1567	2600	25702

【内窓設置】 快適性を損なわない改修

7 KWの削減

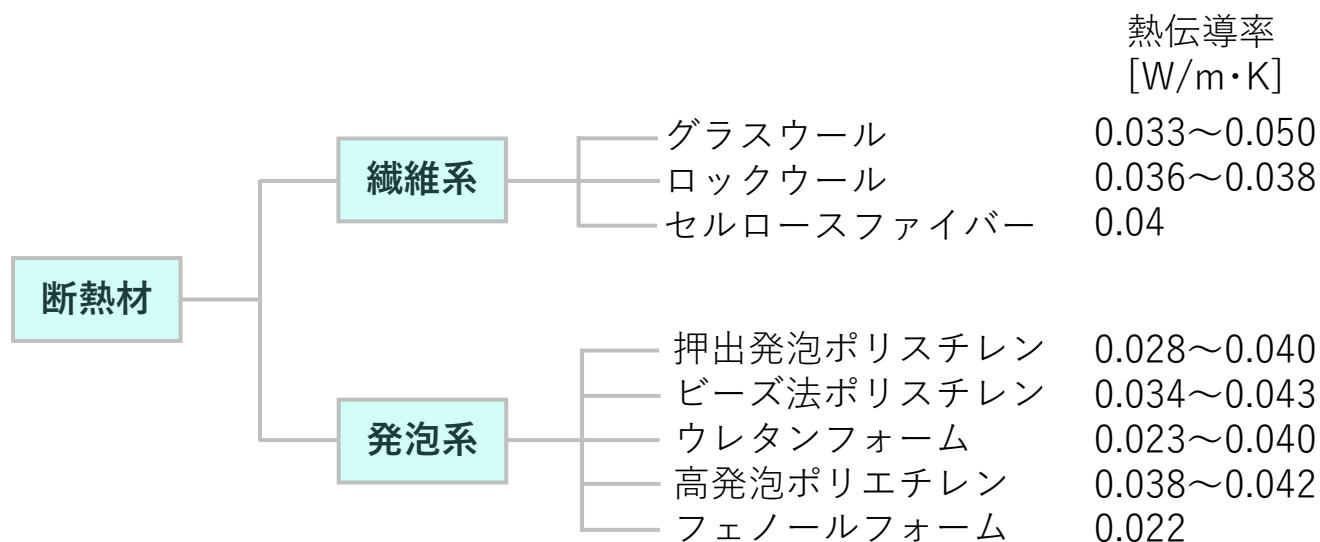


* 16	33.7	60.1	総	2529	4284	1331	1587	1219	2662	0	113	348	12506	1567	2600	18674
------	------	------	---	------	------	------	------	------	------	---	-----	-----	-------	------	------	-------

学校の断熱改修

課題

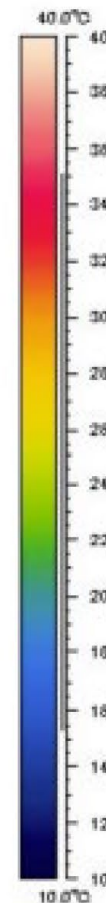
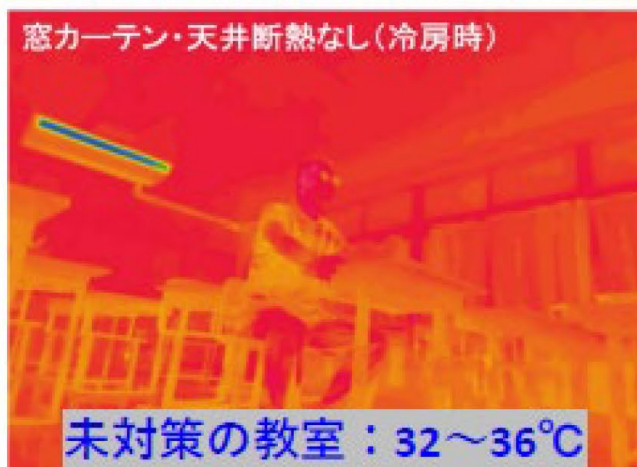
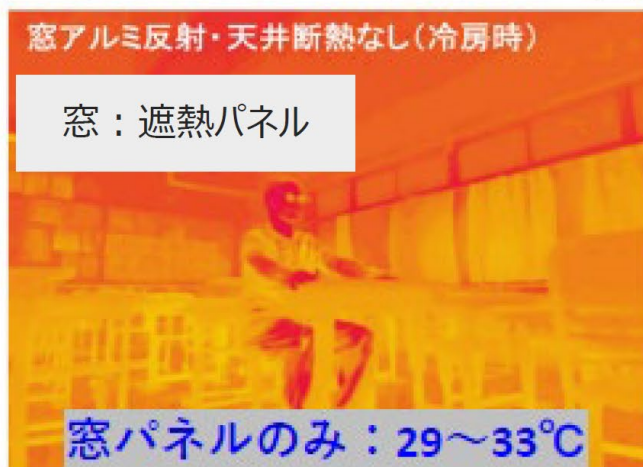
- 施工期間：夏休み、冬休み、春休み期間内 → 施工スピードが求められる
- 施工単位：部活動など長期休み期間中でも使用する部屋もあり → 部屋単位の改修



施工性・納まりを考慮 → 断熱材厚み薄くて断熱性能がいいもの

断熱・開口部改修した室内環境

6地域 学校事例



さいたま断熱改修会議様資料提供

日本の家を、断熱で変える。
DANETSU
さいたま断熱改修会議

学校断熱改修施工例

フェノールフォームでの施工例



さいたま断熱改修会議様資料提供

日本の家を、断熱で変える。

DANETSU
さいたま断熱改修会議

まとめ

改修ポイント

- 改修コストを出来るだけ早く大枠を把握
- 補助金利用を検討
- 省エネ性能によるエネルギーコストとCO2削減量を可視化



改修初期段階での可視化

大成建設のZEB事例



大成建設株式会社
クリーンエネルギー・環境事業推進本部
ZEB・スマートコミュニティ部
リニューアラルZEB技術推進室長 矢後佐和子

➤ ZEBリーディングオーナー登録制度

自らのZEB普及目標やZEB導入計画、ZEB導入実績を一般に公表する先導的建築物のオーナー

技術センターZEB実証棟、横浜支店ビル、関西支店ビル等計6件を登録

公共・民間ともに既存改修を含め多くの実績



新築ZEB

**ZEB実証棟
『ZEB』
運用実績で5年連続
『ZEB』達成**



**大規模庁舎
(既存改修+増築)**

ZEB Ready



リニューアルZEB

ZEB Ready



ZEB Ready



『ZEB』



大規模庁舎

ZEB Ready



学 校

ZEB Ready



公共研究施設

ZEB Ready



※1 第4,5次エネルギー基本計画
2020年までに新築公共建築物において
用途・規模別（8区分）でZEBの計画を実現
2030年までに新築建築物にかかるエネルギー消費量の
平均でZEB相当となることを実現
用途別（庁舎/学校/病院/集会所）
規模別（延床面積10,000㎡未満/10,000㎡以上）
※2 ZEB化率：当該年度に設計し省エネ計画書を提出
した案件のうち第6次エネルギー基本計画に示され
たZEB基準の水準を確保した案件の割合

- 1.** 既存改修＋増築 大規模ZEB Ready庁舎
袖ヶ浦市庁舎
- 2.** 政令指定都市の大規模ZEB Ready庁舎
福岡市博多区新庁舎
- 3.** 寒冷地で学校初のZEB Readyを取得
北海道科学大学高等学校新校舎
- 4.** 公共研究施設初のNearly ZEB
愛知県環境調査センター・愛知県衛生研究所

ZEB事例① 既存改修＋増築 大規模ZEB Ready庁舎

建物名称

袖ヶ浦市庁舎

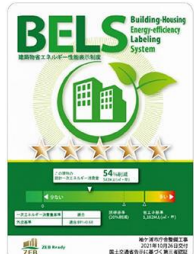
ZEBの種類

ZEB Ready 50%以上
エネルギー削減

建物概要

事業主 : 袖ヶ浦市
計画地 : 千葉県袖ヶ浦市坂戸市場
主要用途 : 市役所（事務所等）
階数 : 地上7階、地下1階
延床面積 : 12,854.63㎡
(既存6,469㎡、新築6,385㎡)
構造 : SRC造、S造
工期 : 2025年1月竣工
設計施工 : 大成建設

- ✓ 新築工事と既存庁舎の改修を含めた庁舎建物全体でZEB Ready
- ✓ 既存庁舎改修部分のみでもZEB Ready相当達成
- ✓ 基準ビルより**50.6%省エネ**
- ✓ 太陽光発電により**3.4%創エネ**



<BEI = 0.46>

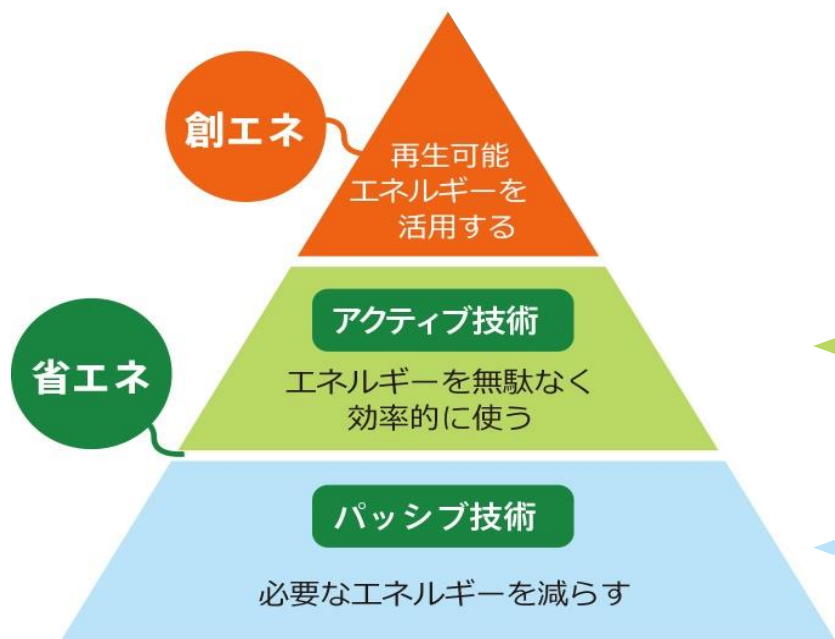


リニューアールZEBの実現に向けて

- ① 快適な室内環境を実現し、必要なエネルギーを減らす「外皮性能の向上」※1
- ② 建物内部で使うエネルギーを減らす「照明のLED化」
- ③ 「空調設備のダウンサイジング」※2

※1「外皮性能の向上」とは、ここでは、建築物の外壁、屋根、窓などの断熱性、気密性を高めること。

※2「空調設備のダウンサイジング」とは、快適さを向上または維持したままで空調設備の能力を小さくすること。
外皮性能の向上と照明LED化により実現。



出典：環境省ZEBポータルHPより

- ③空調機器のダウンサイジング
- ②照明のLED化（照度の見直しも検討）
- ①外皮性能の向上（窓改修・断熱強化）

**汎用的な技術の組み合わせによる
費用対効果が高く実効性のあるZEBを目指す**

改修部分のパッシブ技術対応

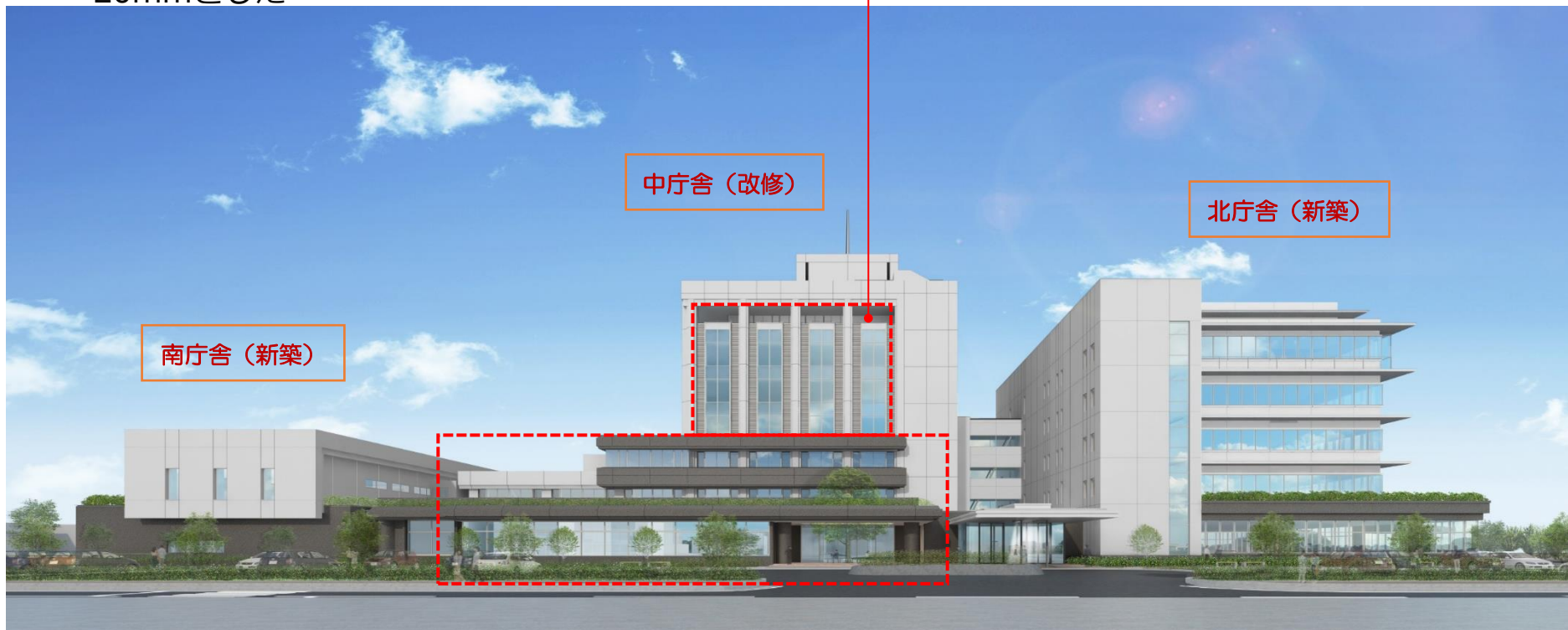
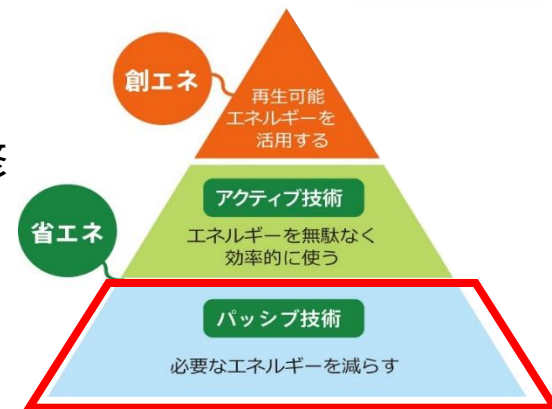
窓 : **複層Low-Eガラス（空気層12mm）**に交換
断熱 : 屋根（押出ポリスチレンフォーム）100mmに改修

外壁 断熱なし⇒**20mm**

※**外部から侵入する熱を抑えるために、窓の仕様をグレードアップ**

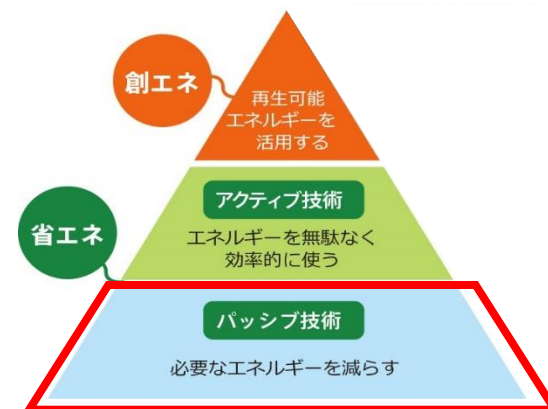
既存は熱線吸収ガラス8mm

※断熱は50mmとすることも検討したが、室内の使い勝手を優先して20mmとした



増築部分のパッシブ技術対応

窓 : **複層Low-Eガラス（空気層12mm）**
断熱 : 屋根（押出ポリスチレンフォーム）100mm
外壁 **35mm**
※外部から侵入する熱を抑えるために、窓の仕様をグレードアップ
※断熱は35mmとした。

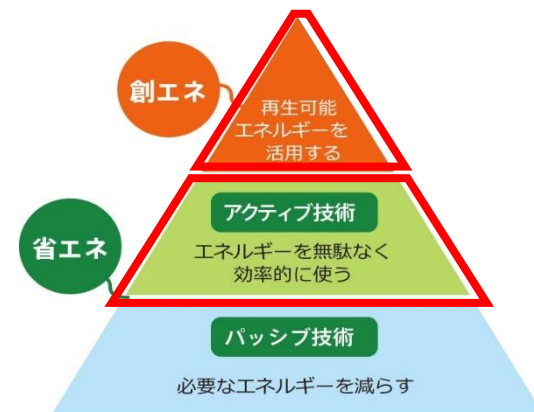


改修・増築部分の設備的アプローチ

空調設備	
熱源	高COP型吸収式冷温水機および廃熱投入機 高効率パッケージエアコン 熱源の台数制御
ポンプ	高効率空調二次ポンプ（高効率モータ） 空調二次ポンプ変流量制御 大温度差送水システム
空調	空調機の変風量制御 全熱交換器

照明設備	
器具	照度適正化（500lx、300lx） 高効率LED照明器具
制御	在室検知制御（一部に T-Zone Saver を導入） 明るさ検知制御 タイムスケジュール制御 初期照度制御

効率化設備	
太陽光発電	太陽光発電設備約30kW
コージェネ	ガスエンジンタイプ 35kW型×2台

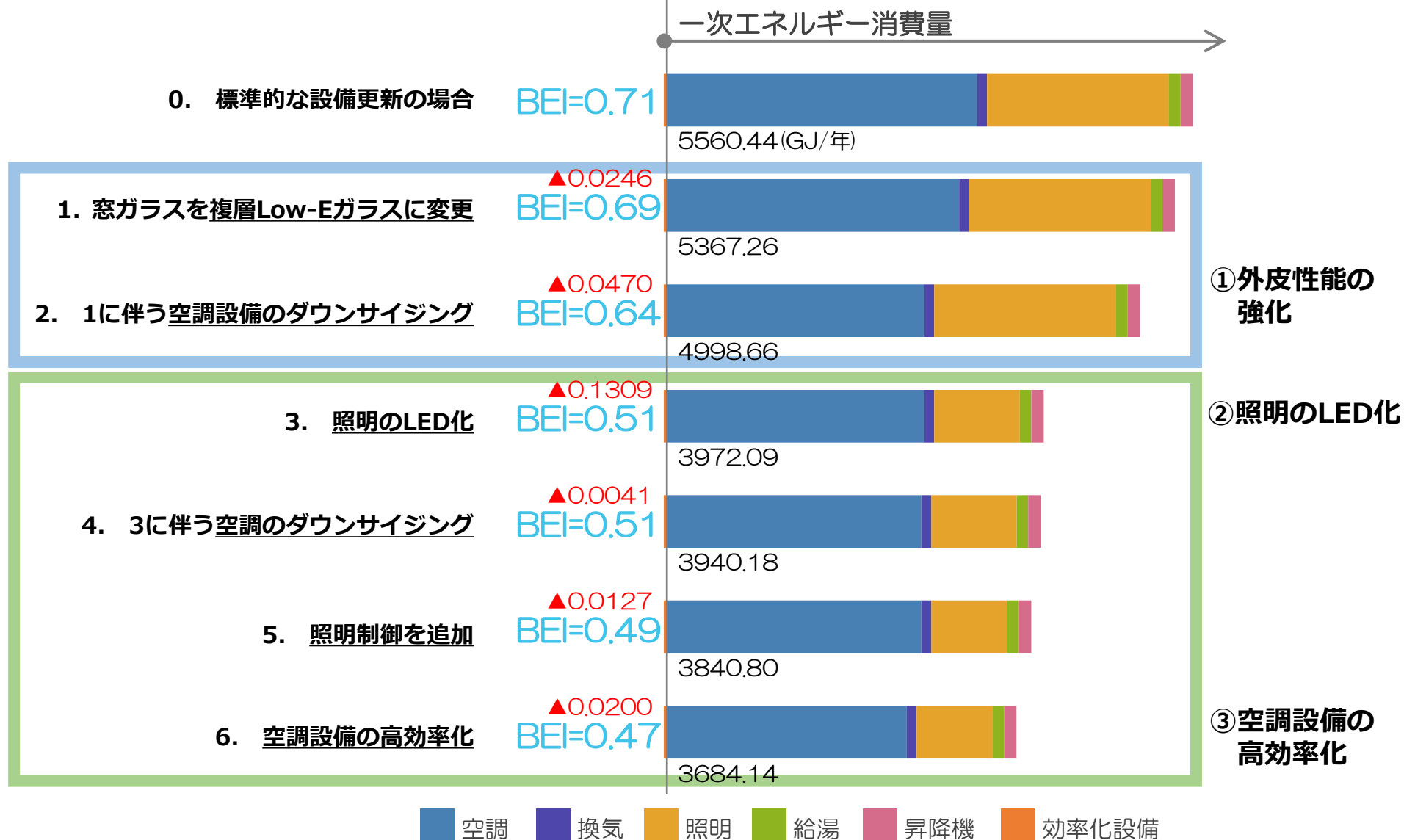


マイクロガスコージェネレーション
(35kW型×2台)



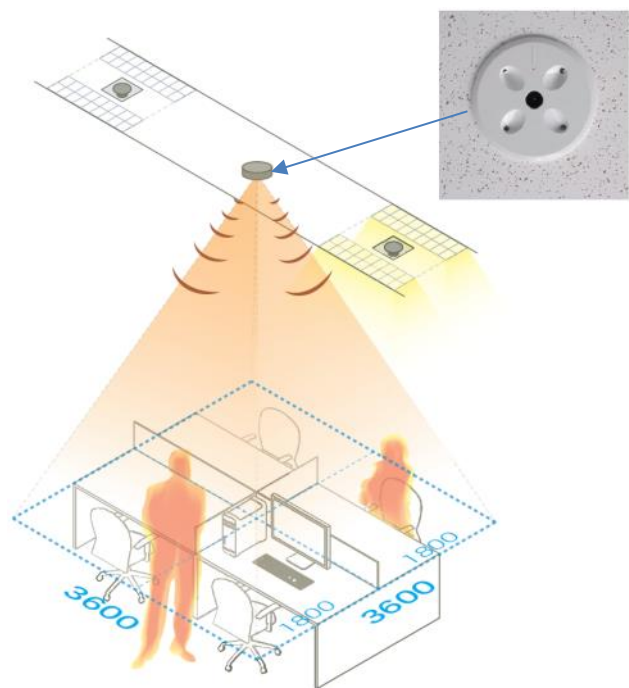
ガス焚吸収式冷温水機
(280kW×2台 うち1台廃熱投入型)

改修部分のみでもBEIも0.50以下を目指しZEB可能性検討を実施



照明・空調制御人検知連動制御（T-Zone Saver®）

- 執務室に、人検知システムを設置
 - 人の在／不在をリアルタイムに検知し、照明と空調を制御
- ※袖ヶ浦市庁舎では照明制御に使用



従来型人感センサ



人検知センサ



照明・換気によるエネルギー消費量を削減

ZEB事例② 政令指定都市の大規模ZEB Ready庁舎

建物名称

福岡市博多区新庁舎

ZEBの種類

ZEB Ready 50%以上
エネルギー削減

建物概要

事業主 : 福岡市
計画地 : 福岡県福岡市博多区
主要用途 : 庁舎・事務所（事務所等）
階数 : 地上10階
延床面積 : 15,224m²
構造 : S造（2階柱頭免振構造）
工期 : 2021年12月竣工
設計施工 : 大成建設

- ✓ 九州初の大型ZEB庁舎
- ✓ 汎用的かつ維持管理の容易なシステムを採用し、ZEB Readyを実現
- ✓ 基準ビルより**50%省エネ**



<BEI = 0.50>



代表的な省エネ項目

①外皮断熱性能の強化による空調熱負荷低減



④T-Zone Saverによる 空調冷媒温度制御、照明 1 灯制御

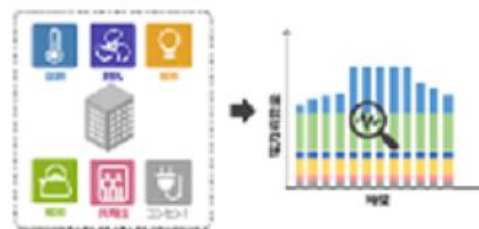


②高効率機器の採用

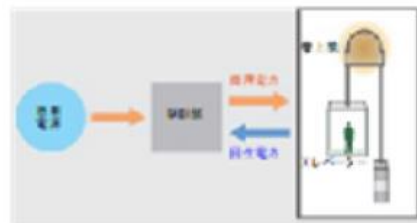
- ・マルチ室外機の台数制御
- ⇒ 省エネ効果 1.5%改善



⑤エネルギーの見える化とエネルギーサポート



③エレベーターの電力回生運転



⑥外調機の全熱交換器組込み、CO2風量制御

⑦システム天井用カセット室内機

⑧T-Green Multi Solar (T-GMS)

発電する外装システム（T-Green® Multi Solar）



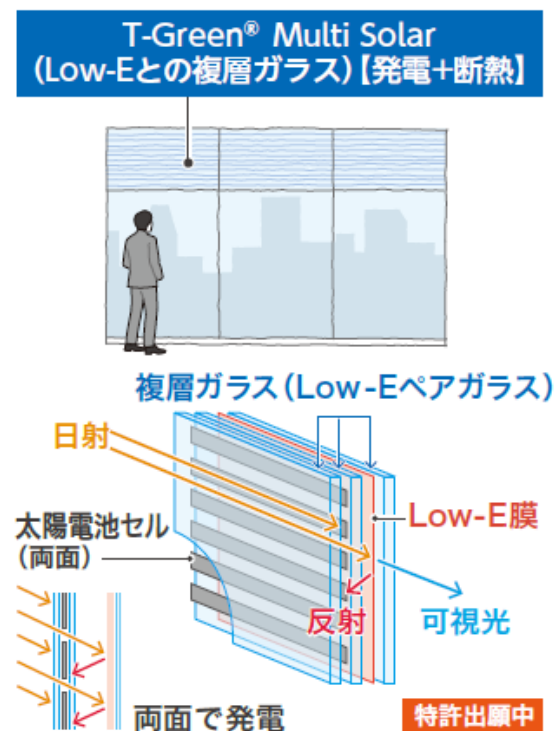
福岡市博多区庁舎

発電する外装システム（T-Green® Multi Solar）

採光と発電を両立するシースルータイプ°

両面発電可能なストライプ状の太陽電池をガラスに挟み、採光と発電を両立します。

Low-E複層ガラスの場合は断熱性能の向上に加え、Low-E膜で光が反射し裏面でも発電します。



ZEB事例③ 寒冷地で学校初のZEB Readyを取得

建物名称

北海道科学大学
高等学校新校舎

ZEBの種類

ZEB Ready 50%以上
エネルギー削減

建物概要

事業主 : (学)北海道科学大学
計画地 : 北海道札幌市手稲区前田
主要用途 : 学校（高等学校）
階数 : 地上4階
延床面積 : 13,200.17 m²
構造 : RC造、S造
工期 : 2022年10月竣工
設計施工 : 大成建設

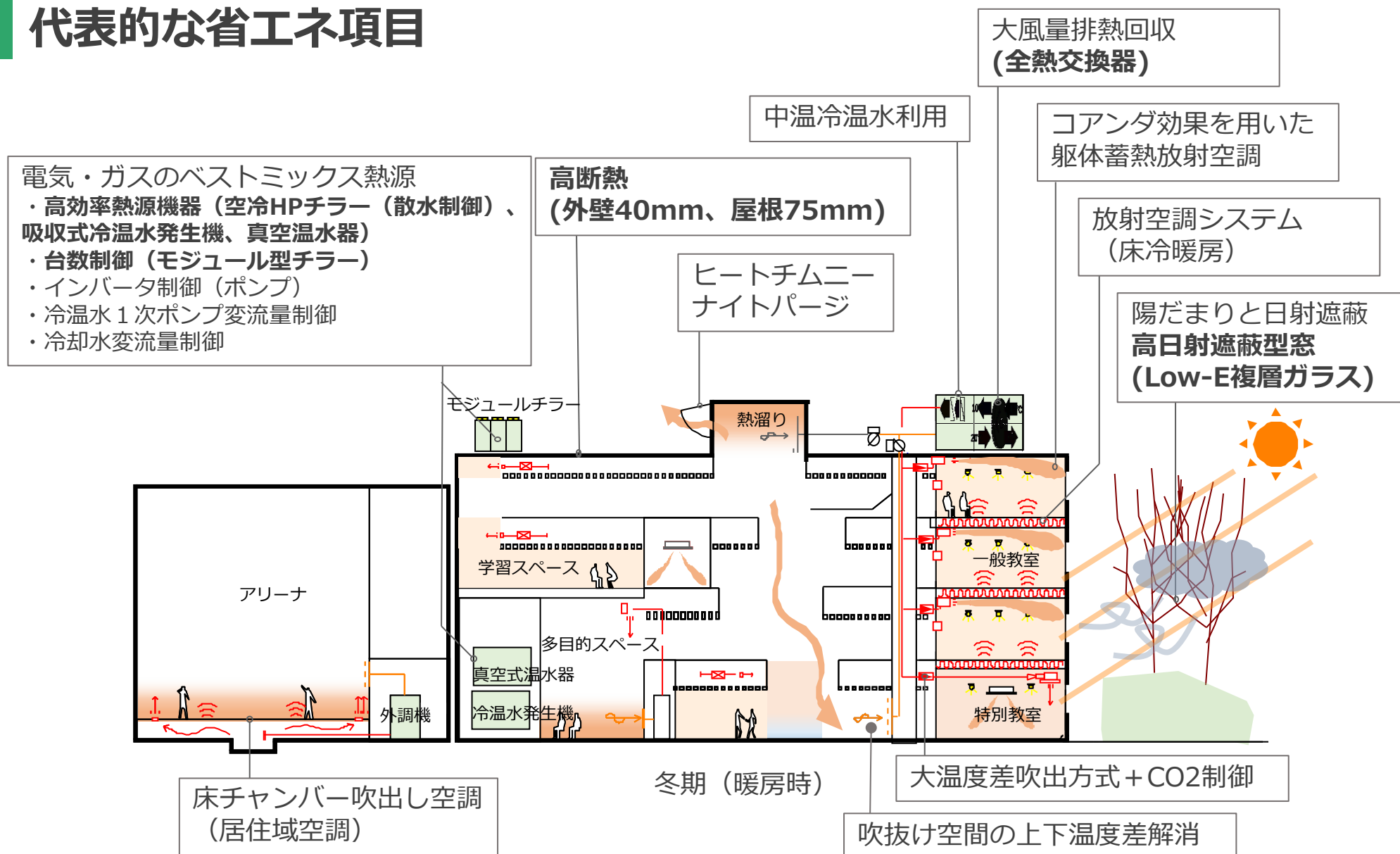
- ✓ 寒冷地初の学校 ZEB校舎
- ✓ 基準ビルより**52%省エネ**



<BEI = 0.48>



代表的な省エネ項目



ZEB事例④ 公共研究施設初のNearly ZEB

建物名称

愛知県環境調査センター
・ 愛知県衛生研究所

ZEBの種類

Nearly ZEB 75%以上
エネルギー削減

建物概要

事業主 : 愛知県
事業方式 : PFI事業
計画地 : 愛知県名古屋市北区
主要用途 : 研究施設（事務所等）
階数 : 地上4階、塔屋1階
延床面積 : 8,147m²
構造 : S造
工期 : 2019年1月竣工（外構工事除く）
基本設計・実施設計監修・工事監理 : 久米設計
実施設計・施工 : 大成建設

- ✓ 公共研究施設でZEB認証は**第一号**
- ✓ 基準ビルより**57%省エネ**
- ✓ 太陽光発電により**28%創エネ**

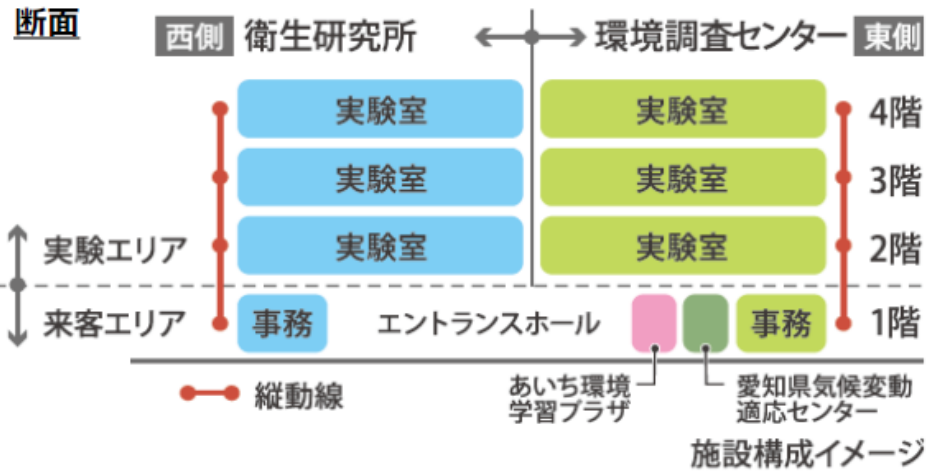
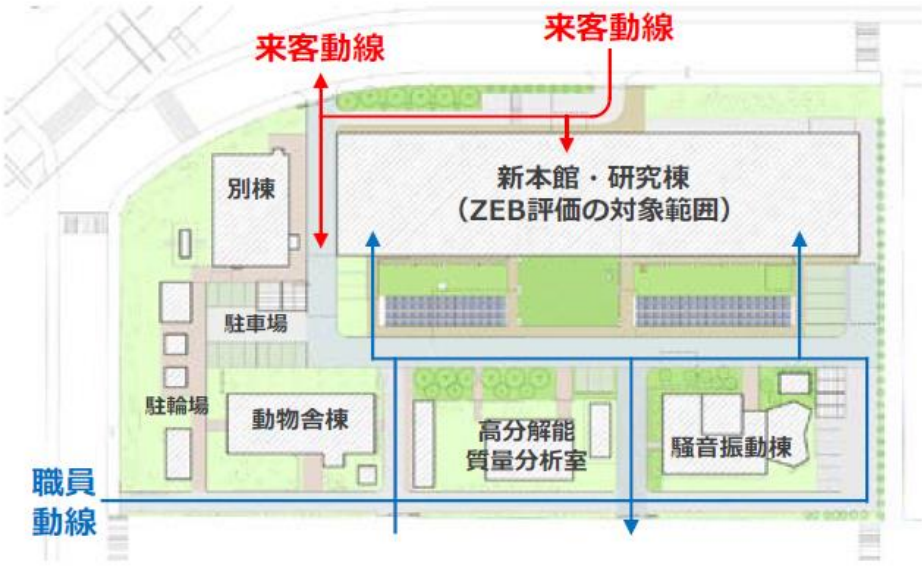


<BEI = 0.15>





南側



代表的な省エネ項目

- ダブルスキン
- シースルー型太陽光発電設備
- 高断熱ガラス

- 単結晶型太陽光発電設備

- 全館LED照明

- 見える化モニターによるエネルギー使用状況の表示

- 自然光利用
 - ・ 薄型水平光ダクト (T-Light Duct100)
 - ・ 太陽光採光システム
 - ・ ライトシェルフ

- 次世代人検知センサー (T-Zone Saver) に基づく照明・換気制御

- ドラフトチャンバーの高速VAV制御

- 自然エネルギーを最大限に活用した超高効率熱源システム

- ・ 2 温水回収ジェネリンク
- ・ ガスマイクロコージェネレーション
- ・ 太陽光集熱パネル
- ・ 井水熱源ヒートポンプチャラー
- ・ 井水熱源ビル用マルチエアコン

- BEMS (T-Green BEMS Lite)

- コミッショニング (性能検証)

クール
ピット

- 既存残置躯体を利用したクールピット

井戸

太陽光
発電

実験室

実験室

実験室

実験室

実験室

実験室

多目的スペース



TAISEI

For a Lively World