

既存ビルZEB化に向けた取組み

Initiatives for ZEB Conversion of Existing Buildings

*三菱電機ビルソリューションズ(株)

要 旨

脱炭素社会の実現に向けた活動は世界的な高まりを見せており、2050年カーボンニュートラルの達成は官民を挙げて取り組む社会課題である。SDGs(Sustainable Development Goals)達成に向けた活動や、ESG(Environment, Social, Governance)投資を目的としてZEB(net Zero Energy Building)が注目されている。2023年現在、バブル期に竣工(しゅんこう)したビル物件群が、大規模改修の時期を迎えている。既存ビルのZEB化は、資産価値向上の点で市場ニーズが高い一方で、新築ビルと比較すると制約事項が多いため実現事例はまだ少ない。

三菱電機ビルソリューションズ(株)(MEBS)は総合電機メーカーである三菱電機グループの強みを生かし、プランニングから設計・施工・保守まで一貫通貫した対応で既存ビルのZEB化を実現している。

1. ま え が き

コロナ禍の反動もありエネルギー需要は高まりを見せているが、一方で緊迫した世界情勢からエネルギーコストは上昇しており、この状況は長期化が懸念されている。こうした社会情勢の中、ZEBはSDGsやESG投資だけでなく、ビルのランニングコスト低減という実利上の効果の点でも期待が高まっている。

日本でのZEBの定義⁽¹⁾は、2019年に確立した。ZEBを取得するためには、図1に示すとおり、建築的手法と高効率機器の導入、及び適切な設備制御によって、基準一次エネルギー消費量の50%以上の削減が求められる。

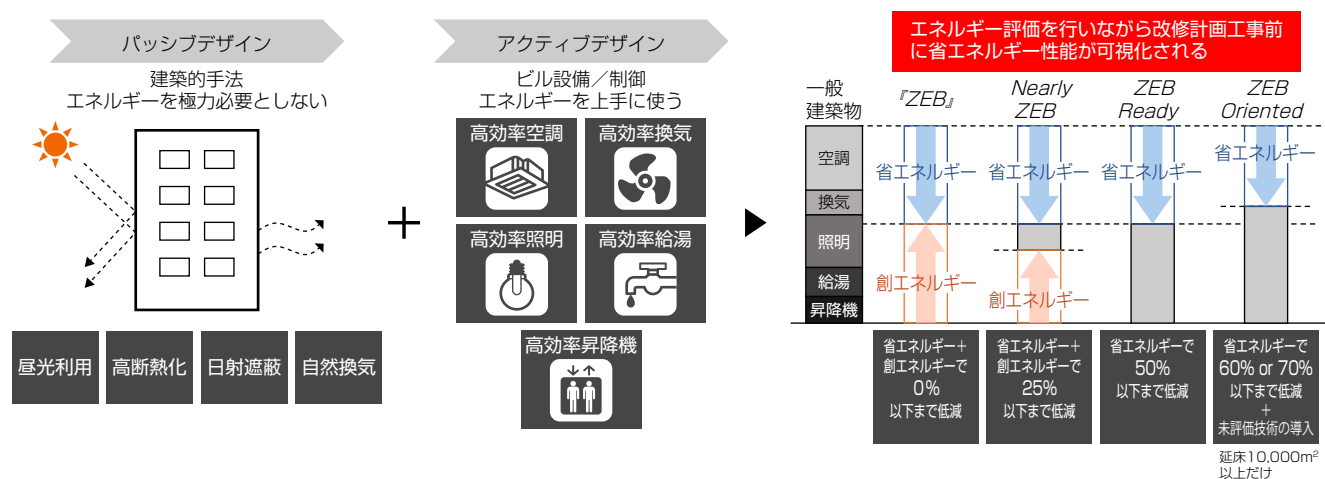


図1. ZEBの設計手法

図2に新築建築物・既存建築物別のZEB建築累積件数⁽²⁾を示す。2017年度以降、新築建築物件数が年100件程度の増加に対して、既存建築物件数は年20件前後の増加にとどまる。国内の非住宅建築物に占める既存建築物は99%以上⁽³⁾であることを鑑みると、既存ビルのZEB化こそが喫緊の課題であり、また、有望な市場であることは明らかである。

このような状況下で既存ビルのZEB化が進まない一因には、建物オーナーに知識・ノウハウがない⁽²⁾ことが挙げられる。ZEB化を成功させるためには、外皮・各種設備の改修範囲や、採算・工期を含めた改修事業の判断、改修後の運用まで見据えた検討が必要である。既存ビルという制約事項が多い中で、各内容に結論を出すことは容易ではない。そこで改修ノウハウ・ZEB化ノウハウを持つMEBSが、計画段階から改修検討に参画することによって、建物オーナーの負担

を減らしつつ既存ビルのZEB化が可能になる。

2章から既存ビルのZEB化に関する市場ニーズと課題、及びMEBS参画事例を挙げる。

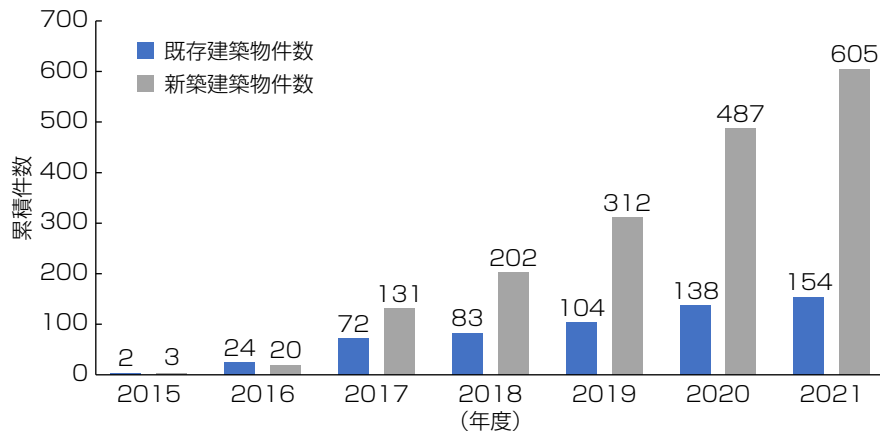


図2. 新築・既存建築物別のZEB建物累積件数⁽²⁾

2. 既存ビルのZEB化ニーズ

エレベーターの寿命や空調冷媒配管の引き直しなどの設備改修が重なる要因から、ビルの大規模改修時期は竣工後30年前後である。国内での竣工年別の非住宅床面積を図3に示す。2023年時点で築30年前後になる1986～1996年の竣工の床面積は、1993年を除いて毎年1億m²以上あり、新耐震基準以後では突出している。この時期に竣工した建物が大規模改修時期を迎えており、既存ビルの改修需要は増大が見込める。併せて東京都心5区(千代田区、中央区、港区、新宿区、渋谷区)の環境認証取得^(注1)による賃料上げ効果を図4に示す。環境認証で認証評価5 (BELS認証では、★5 (ZEB Ready) 以上)を取得することで、取得前と比べて4.6%の賃上げ効果が報告されている。この結果から、主要都市部で今後の増加が見込まれる既存ビルの大規模改修案件では、ZEB化改修の需要が高まると予想される。

(注1) 本稿では、CASBEE(建築環境総合性能評価システム)、DBJ Green Building認証、BELS(建築物省エネルギー性能表示制度)の3種類の認証制度を指す。それぞれの認証は5段階評価であり、評価のランクを認証評価として記載している。

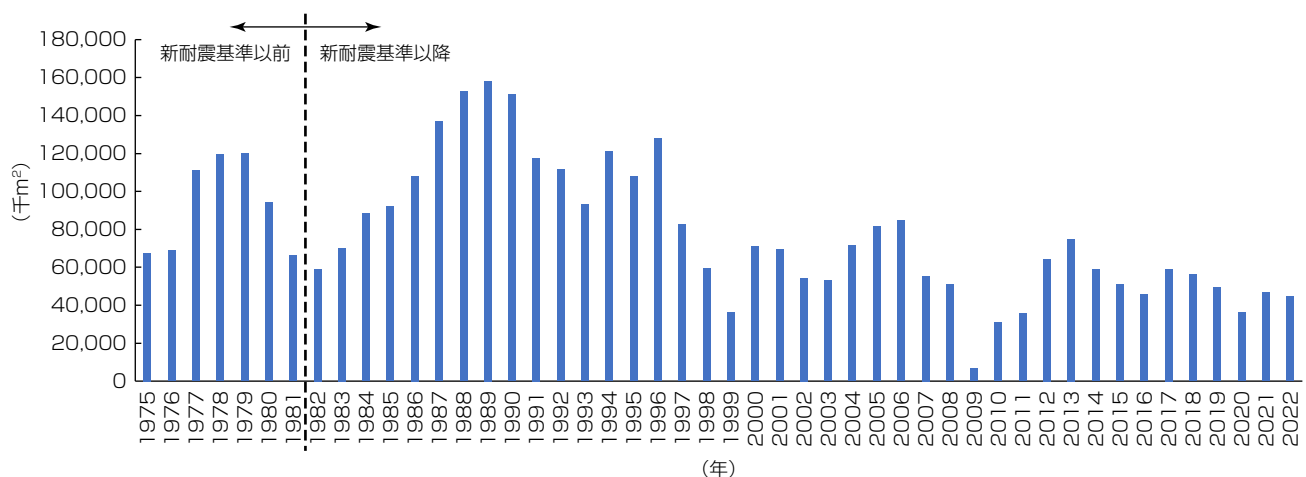


図3. 竣工年別の非住宅床面積⁽⁴⁾

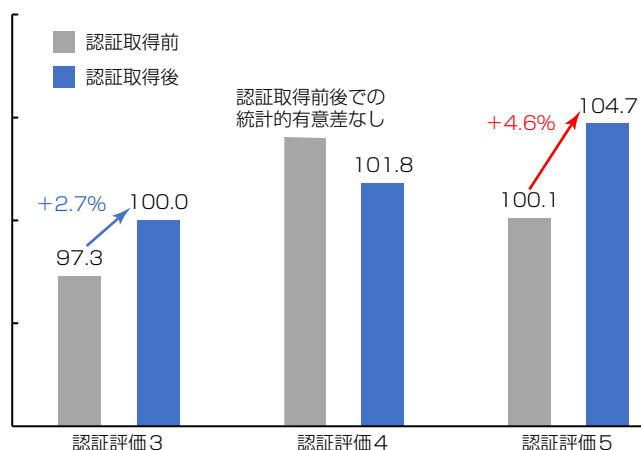


図4. 環境認証取得前後の賃上げ効果⁽⁵⁾

3. 既存ビルZEB化の課題

この章では、明らかに需要増が見込めるはずの既存ビルのZEB化で、市場事例に乏しい理由を挙げる。新築ビルでは、建物の間取りから機器の設置箇所までZEBを意識した構成にも自由度がある。一方で既存ビルでは、ビルの建物・設備が構築されている状態(以下“既存状態”という。)が制約事項になり、解決すべき課題が多くなる。次に主な課題を列挙する。

3.1 外皮性能の評価

既存ビルをZEB化するに当たり、いち早く外皮性能(建物構成と断熱性能)を評価する必要がある。断熱性能が足りず、外皮改修工事が必要な場合、コスト・工期面で事業計画に与える影響は大きい。そのため、図面を用いて断熱材を確認するとともに、エネルギー消費性能計算を実施し、既存状態を評価することが求められる。

3.2 設備選定・流用範囲の検討

ZEBに関わる設備ごとに、改修・流用の判断が求められる。ZEB化だけの視点で、全て最新の高性能設備に新調できればよいが、予算面で建物オーナーの負担が大きくなる。また、改修する設備についても、配管・配線・電源構成など、どこまでを改修・流用するか検討が必要になる。

この判断に向けて、既存状態の把握と適切な設計手順での検討が一助になる。まずは既存状態でのエネルギー消費性能を計算して、エネルギー状況を明らかにすることで、改修する設備の目星を付ける。その後、改修予定の内容をエネルギー消費性能計算に反映することで、ZEB化の到達状況を確認する。こうした手順を踏むことで既存の設備を生かしたZEB化検討が可能になり、過剰な予算を見込むことなく既存ビルのZEB化を達成できる。

3.3 改修後の既存ビル運用を考慮した設計

ビルの省エネルギー化だけを考慮する場合、表1に示す施策を基本に改修計画を立案するが、過剰に取り組むことでビル利用者の快適性低下や過剰な設備投資を招く。それに対して、設計評価段階からZEBを目指したエネルギー計算を実施することで、定量的な評価ができ、過剰な取組みを抑えることにつながる。建物のエネルギー評価を実施し、目指すZEBランクに見合った最適な設備を選定することで、快適性を保ちつつZEB達成も見込むことができる。

表1. 省エネルギー施策と過剰投入時の弊害

No	省エネルギー化施策	過剰な施策を行った場合の弊害
1	空調能力を下げる	利用者の快適性を損なう
2	換気量を下げる	室内環境の悪化・健康への悪影響のおそれ
3	高性能設備の導入	過剰設計による採算の悪い設備の導入
4	太陽光パネルの大量導入	余剰電力の廃棄・採算の悪い設備の導入

そこで、既存ビルでの設備設計内容が“過剰”又は“妥当”をいかに判断するかが重要な要素となる。一般的に新築ビル竣工時は空調負荷が過大に導入されているため、設備更新時にZEB化を目指す場合は、しばしば空調負荷の低減を要する。その際、計画する空調負荷で年間を通じた空気調和が可能であることをシミュレーション等で示して、併せてPMV (Predicted Mean Vote)などの快適性指標を提示するといった設備負荷の妥当性を定量的に示すことで関係各者と合意する必要がある。快適な範囲でZEBの達成が困難である場合は、改修事業でZEB化が必達か施主と協議することも必要であり、“建物の具体的な運用・用途をヒアリングし、適切な設備設計を行う”プランニング業務が重要になる。

この章で述べた課題を解決し、既存ビルのZEB化に至った事例を4章に述べる。

4. 実案件事例

4.1 西新宿三晃ビル

“西新宿三晃ビル”(図5)は、不動産投資信託の物件で、築34年目となり空調更新時期を迎えていた。設備改修を目的に幾つかのメーカー系施工会社との相談を開始した。テナント入居者に魅力ある価値を提供・不動産価値向上につながる施策を目指して、ZEB化の可能性検討の要望を受けた。



案件情報
 ・建築用途 : 事務所(オフィスビル)
 ・所在地 : 東京都新宿区
 ・竣工 : 2022年1月
 ・延床面積 : 3,809.80m²
 ・ZEBランク : ZEB Ready (BEI=0.38)
 ・導入設備 : 空調・換気・照明・BEMS

図5. 西新宿三晃ビル(外観・BELS認証結果)

4.1.1 ZEBプランニング対応

現地調査を経て改修前のエネルギー消費性能計算を実施した結果を図6に示す。外皮性能(BPI(Building Palstar Index))は1.0以下であり、改修不要と判断できた。他方、エネルギー消費性能(BEI(Building Energy Index))は0.86であり、空調設備と照明設備が支配的であることが明らかとなった。照明設備は蛍光灯からLEDに更新することで、空調設備は次の施策で、省エネルギー化を図った。

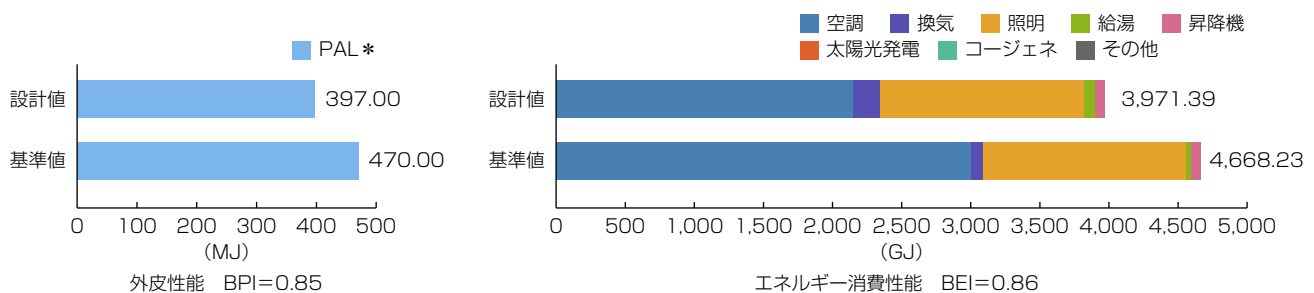


図6. 改修前のエネルギー計算結果(西新宿三晃ビル)

図7に示すとおり、ビル全館の全熱交換を一か所で実施することに替えて、各階機械室に全熱交換器を導入することで空気の搬送動力を低減した。また、空調をパッケージ型からマルチ型とし、熱源負荷に応じて熱源の稼働ユニット数が増減する台数制御を導入した。これによって中間期の低負荷時でも熱源機は常に効率の良い負荷で稼働でき、年間を通じた大幅な省エネルギー化を達成した。エネルギー消費性能計算と併せて年間の空調負荷率を計算し、導入設備で空調調和可能であることを確認した。この結果、ビル全体のエネルギー消費性能結果は改修前BEI=0.86からBEI=0.38へ改善した(図8)。

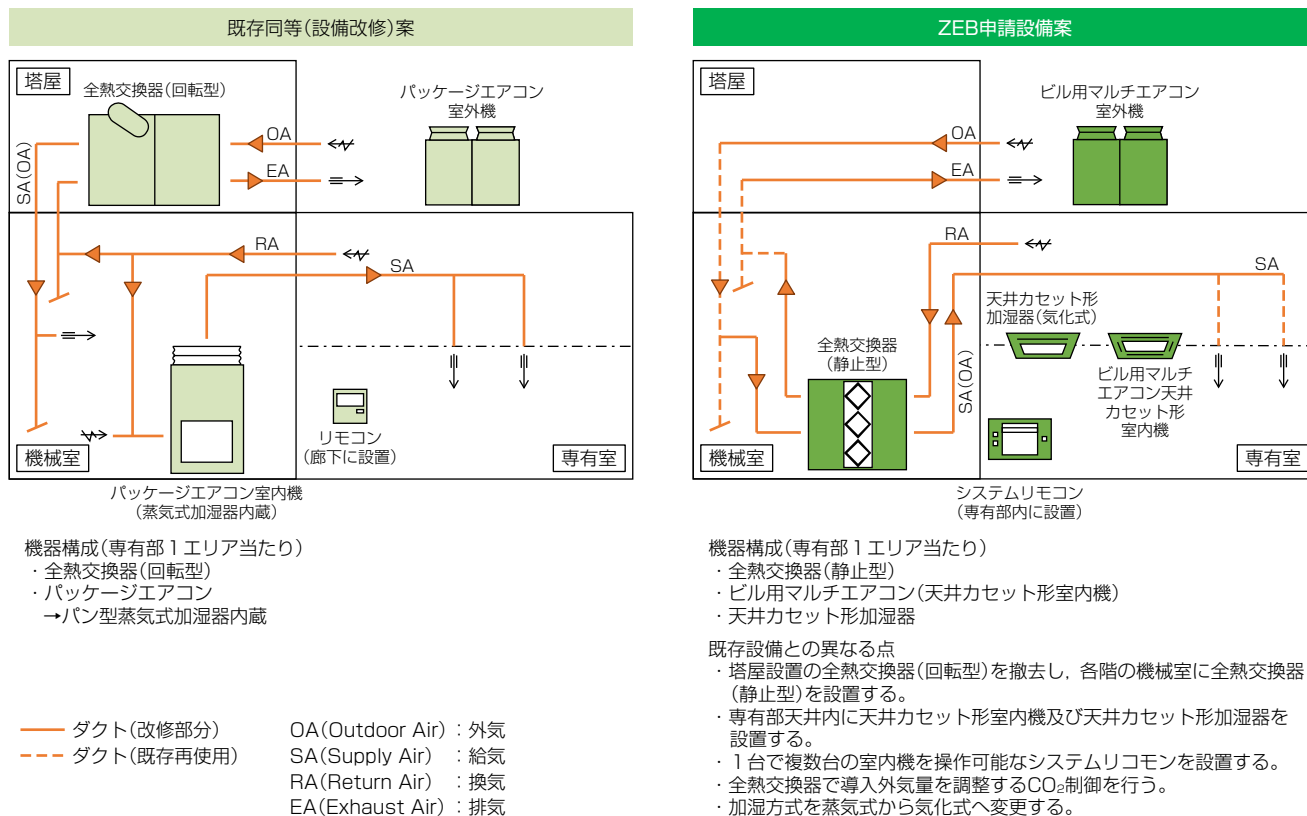


図7. 空調設備の更新構成

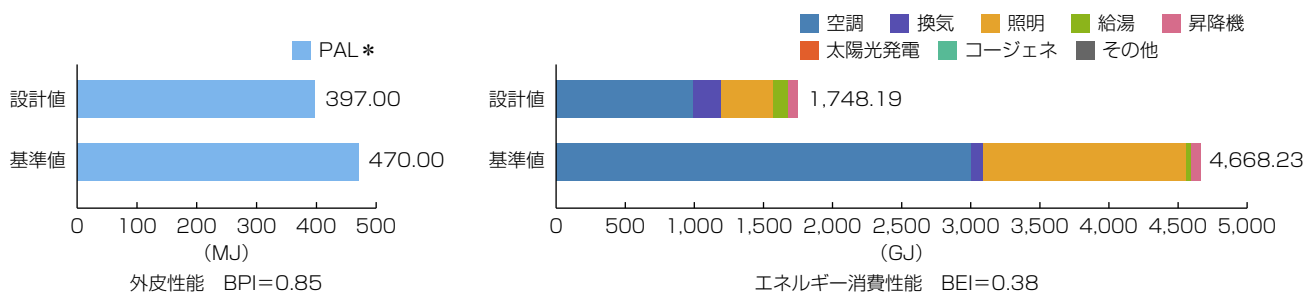


図8. 改修後のエネルギー計算結果(西新宿三晃ビル)

4.1.2 案件固有の検討事例：入居済みテナントの負荷低減“居ながら改修”

テナントエリアの改修工事は、通例、テナント退去→工事→テナント入居の段取りで実施する。しかし、入居テナントへ負担がかかるほか、退去・入居の時間確保による改修工期が延びる点が課題である。また、テナント居室が満室の場合は、そもそもビル内でのテナント入退去ができず、建物オーナーの改修計画に影響が出る。

この案件では、MEBS、建物オーナー及びビル管理会社が一丸となり、工期調整・設備納期調整・施工方法検討を実施した。その結果、テナントの入退去は行わず、毎週末に集中的に工事を行う“居ながら改修”を実現した。通常の改修に比べて工期はおよそ半分に、入居テナントに負担をかけずにZEB化改修工事を完遂した。

4.2 鉄建建設(株)成田研修センター

鉄建建設(株)では、ビルのZEB化に対する知見を深める施策として、成田研修センター(図9)ZEB化事業の検討を開始した。利用用途が研修センターであるため、新しい省エネルギー関連技術の導入についても積極的な案件であった。MEBSではBEMS(Building Energy Management System)設備を中心にZEB化に関わる設備提案を実施し、採用いただいた。また、設備設計者が標準入力法によるエネルギー計算を実施し、提案力の強化に取り組んだ案件である。



案件情報	
・建築用途	：その他(研修施設)
・所在地	：千葉県成田市
・竣工	：2023年8月
・延床面積	：1,135.95m ²
・ZEBランク	：『ZEB』(BEI=-0.03)
・導入設備	：空調・換気・照明・太陽光・BEMS・昇降機

図9. 鉄建建設(株)成田研修センター(外観・BELS認証結果)

4.2.1 ZEBプランニング対応

この案件では、鉄建建設(株)で外皮性能を検討し、MEBS側では設備関連の選定・制御方式を提案した。

改修後のエネルギー計算結果を図10に示す。エネルギー計算結果上、空調設備・照明設備が支配的であり、全体の8割超を占めている。空調設備については、高効率空調の導入・断熱性能の改善を実施し、改善が見込めた。更なる低減のためには空調負荷を下げる方策も考えられたが、空気調和が十分でずに快適性を損なうおそれがあった。そのため、空調設備以外の設備更新によって、省エネルギー化を目指す方針とした。最終的に、照明設備の高効率な制御導入によって更なる省エネルギー化を提案(図11)し、部屋ごとに運用用途を確認しつつ、機器選定・制御提案を実施した。制御なしと比べて、年間12.4GJの低減(照明全体4%・建物全体1%の削減)を実現した。

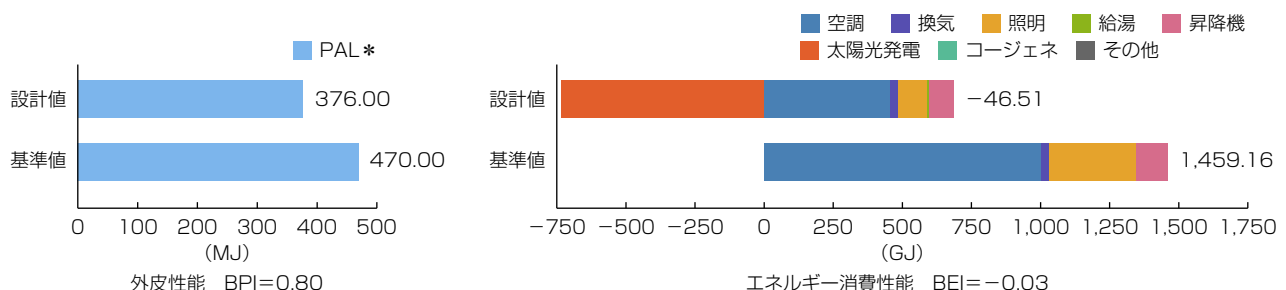


図10. 改修後のエネルギー計算結果(鉄建建設(株)成田研修センター)

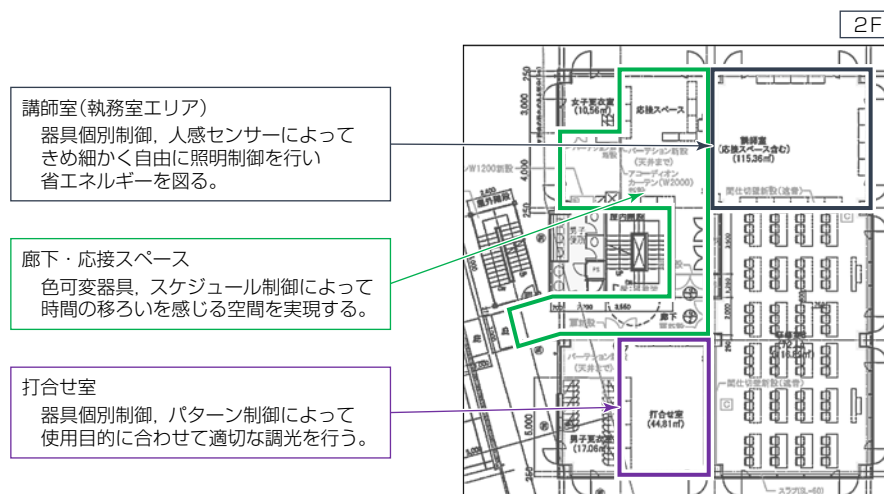
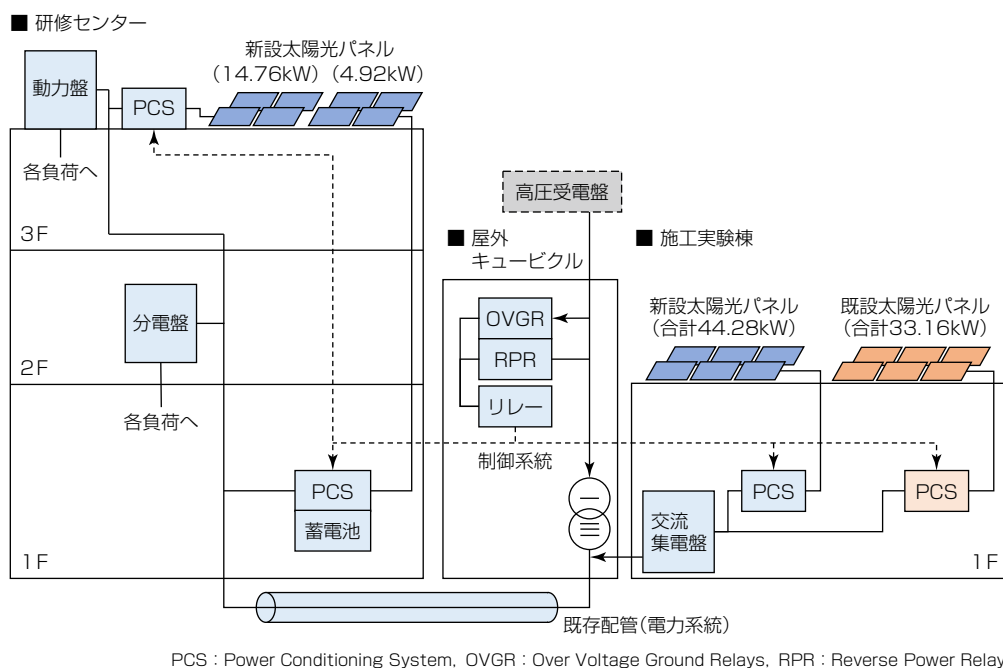


図11. 照明制御エリアの概要

4.2.2 案件固有の検討事例：既存太陽光発電パネルの流用

太陽光発電による創エネルギーによって高ランクのZEBを目指したが、当該の建物屋上では必要な容量を賄うほどの設置面積を確保できなかった。そのため、他棟で利用していた太陽光発電パネルを本棟に流用できるよう構成検討し、施工を行った。現場調査の結果、他棟と本棟間の配管系に制限があり、既設・新設システムをそれぞれ準備できないことを確認した。図12に示すとおり、制御系統と電力供給系統を分けて、電力供給系統だけ既存の集電盤へ接続する構成として、省配線化を実施した。導入の結果、この建物で利用する太陽光発電量の3割以上を賄う構成になり、『ZEB』達成に寄与した。



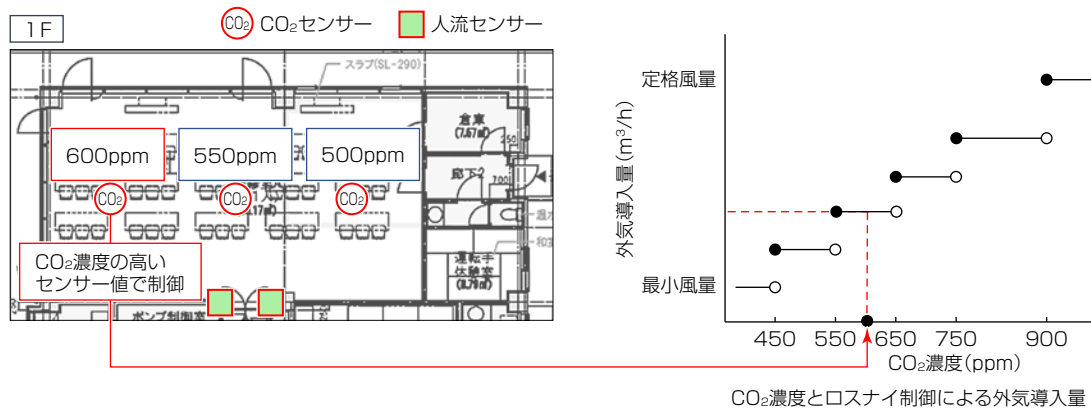
PCS : Power Conditioning System, OVGR : Over Voltage Ground Relays, RPR : Reverse Power Relay

図12. 太陽光設備・計量設備のシステム構成

4.2.3 案件固有の検討事例：新技術の導入提案と設備担当者によるプランニング業務

省エネルギー施策につながる新技術導入の要望を受けて、CO₂濃度による外気量制御を導入した。この構成にしたことで、CO₂濃度から適切な換気量での動作を可能にした。居室内の人数・CO₂濃度が少ない場合に外気量を減らし、部屋内の温度(エネルギー)を維持することで、省エネルギー効果が期待できる。新技術である一方、導入に当たっては一般的な指標が少なく、センサー設置位置や外気量設定など、実運用に即した構築が求められた。

この案件では、計画段階から設備設計担当者がターゲットとなる居室の運用をヒアリングし、人の動線や混雑位置を検討した。CO₂センサーや人流センサーのプロットと実動作要件を見込んだ提案を可能にした(図13)。提案段階から実施設計や施工を見据えた構築を実現したことで、建物オーナーの事業判断を容易にし、採用となった。



5. む す び

MEBSのZEBプランナー実績と設備改修ノウハウを生かした、既存ビルのZEB化でのプランニング実績について述べた。MEBSではクラウド上でビルのエネルギー管理を行うことができる“Ville-feuilleエネルギーマネジメントサービス”も提供している。また、プランニング業務での実績から更なる省エネルギーサービスの提供も検討している。事業計画から設計・施工、実運用中の保守対応・エネルギー分析を経て、より最適なエネルギー活用を提案し、建物オーナー向けの省エネルギー化サポートを目指す。これによって更なるプランニング力の向上とZEBの普及を進めて、建物オーナーと協調して脱炭素化社会へ向けて貢献していく。

参 考 文 献

- (1) 環境省：ZEB PORTAL
<https://www.env.go.jp/earth/zeb/index.html>
- (2) 環境省 地球環境局 地球温暖化対策課：既存建築物のZEB説明会等について
<https://www.env.go.jp/earth/zeb/news/220125.html>
- (3) 国土交通省 総合政策局 建設経済統計調査室：建築物ストック統計の公表について (2022)
<https://www.mlit.go.jp/common/001254410.pdf>
- (4) 国土交通省 総合政策局 建設経済統計調査室：建築着工統計調査(令和4年計) (2023)
- (5) 三井住友信託銀行(株)『不動産の環境認証の取得状況および経済価値の調査』の実施について (2022)
<https://www.smtb.jp/-/media/tb/about/corporate/release/pdf/220720.pdf>