

環境配慮的建築形成論

－ 日本橋浜町のテナントビルと福岡県大木町の庁舎を対象にした ZEB 化改修提案による検証 －

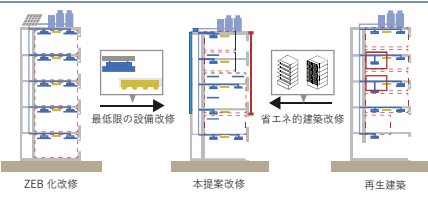
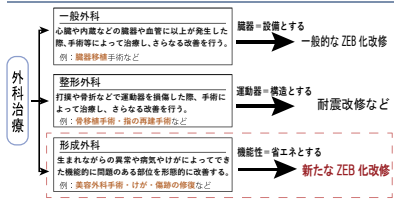
1 章 背景・目的

1 日本の二酸化炭素排出量の現状

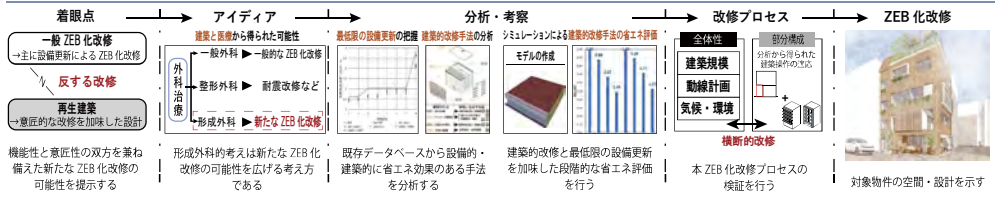


図1からCO2排出量削減目標値まで約46%まで削減する必要があるためZEB化改修が目ざされている。しかし、コストや目に見えた改善(執務空間改善など)が現れないのでオーナーにとって優先順位が低いことが課題である。

2 省エネと意匠性の双方を兼ね備えたZEB化改修の可能性



3 本研究の目的と設計提案



研究の仮説として、図2のように外科治療の一種である「形成外科」の観点で機能的(本研究では省エネ性とする)に問題のある箇所を形態的に改善する新たなZEB化改修があるのではないかと考えた。本研究でこの考えを「環境配慮的建築形成論」とする。そこで図3のように設備的手法で省エネを目指す一般的なZEB改修に対して、最低限な設備改修と建築的改修手法で省エネ等の機能性と執務空間改善を実現する意匠性の双方を兼ね備えた省エネ改修手法論が必要になると考えた。

手法論における新たな知見と検証を行うには、現状の既存建築物における外皮・設備・エネルギー性能の把握と空間構成の変更などの建築的改修手法の省エネ性を定量評価する必要がある。本研究の目的として、現状の省エネ手法とその性能値の把握並びに省エネ性や執務空間改善に配慮した建築的改修手法の省エネ効果評価を行うことで、省エネ性と意匠性の双方を兼ね備えた改修手法を提案する。そして、ZEB改修提案では研究で得た手法の検証とZEB化改修の1つの指針を示す。

2 章 調査・分析

1 既存建築物のエネルギー性能・外皮性能・設備性能の実態把握・分析結果 約9500件の既存建築物のデータベースから行う統計的分析

1 エネルギー性能の実態把握・傾向分析

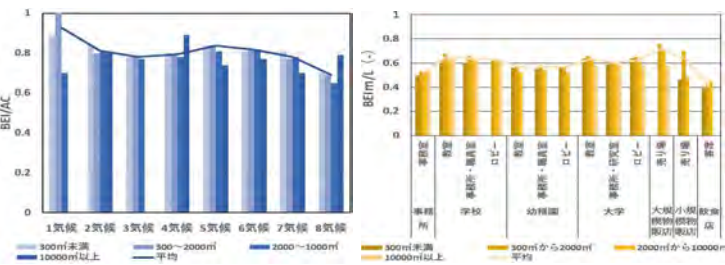


図5と図6に気候区分と規模別のBEI/ACとBEI/Lの傾向を示す。現在の外皮・設備性能でBEI/ACは平均20%、BEI/Lは平均50-70%程基準値より削減していることが明らかになった。

2 外皮性能の実態把握・傾向分析

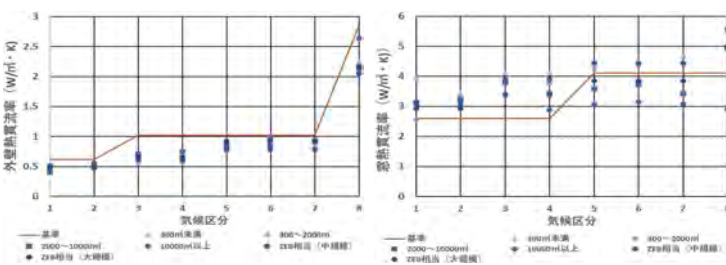


図7と図8に気候区分と規模別の外壁・窓熱貫流率の傾向を示す。現在の外皮性能として、寒冷地と蒸暑地を除いた気候区分においては、外壁熱貫流率は0.8W/m²・K以下、窓熱貫流率は4.0W/m²・K以下となっている。

3 設備性能の実態把握・傾向分析

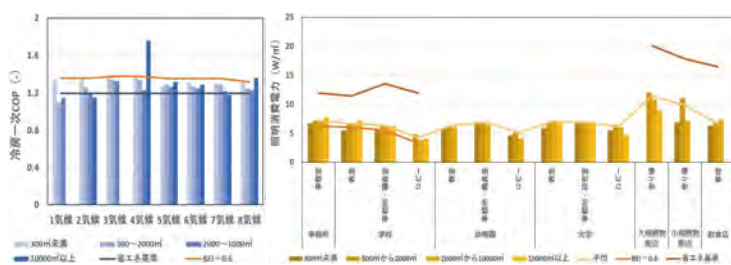


図9は気候区分と規模別の冷房一次COPの傾向を示す。全ての気候において平均で1.36であることが分かり、省エネ基準より0.16程高い。図10における照明消費電力は平均7.2W/m²で省エネ基準より5W/m²程性能が良いことが分かった。

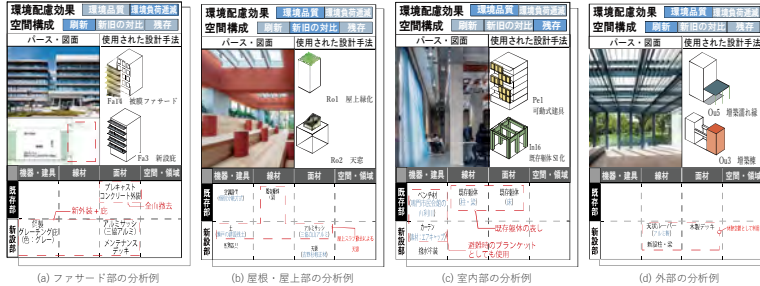
2 環境配慮型再生建築にみられる建築的改修手法の抽出 128件の環境に積極的に配慮した再生建築(環境配慮型再生建築)から行った建築的改修手法の調査

1 環境配慮型再生建築の基本情報の整理

省エネ効果のある建築的改修手法を把握するため、ZEB取得やより環境に配慮した約128件の再生建築でみられる建築的手法を抽出する。図9に対象建築物の基本情報などをまとめた分析シートを示す。基本情報として「気候区分」「築年数」「改修手法」「主要構造体」「地上階」「延床面積」「建蔽率」をまとめた。これらの基本情報を「設計条件」とする。

No.1 長浜市庁舎 (日本 滋賀県 長浜市)			
基本情報・コンセプト			
今回の計画において、老朽化などが問題となっていた本庁舎にほど近い旧長浜市市民会館の敷地と建物を新しい市庁舎としてコンバージョンすることになった。コンセプトは「とき」「まち」「ひと」をつなぐ新しいシンボルとなる市庁舎を目指し、構築とリノベーションを行った。その際、環境に対する負荷も十分に考慮された計画となっている。			
建築物概要		改修後建築	
改修前建築	改修後建築	改修前用途: 病院 (用途: 病院)	改修後用途: 市庁舎 (用途: 事務所)
建築年: 1986年	建築年: 2014年	設計者: 不明	設計者: 日本設計
気候区分	築年数	改修手法	主要構造体
5	28年	コンバージョン	鉄筋コンクリート造
地上階/地下階	延床面積	建蔽率	環境ラベリング
地上階: 7階/塔屋3階	21537.03㎡	30.23%	CASBEE Sランク

図11 対象物件の基本情報シート(長浜市庁舎)



そして、図12のように「ファサード部」「屋根・屋上部分」「室内部」「外部」における空間構成特徴とそれを実現する部材や仕様を改修前後で整理した。改修前に使われていた部材や構造体と違う部材で構築することで、新旧の対比が生まれつつ執務空間改善を図っている。結果として空間構成を変更させる53の建築的改修手法を抽出し、「増築的」「既存活用的」「減築的」の3つの操作に分類した。

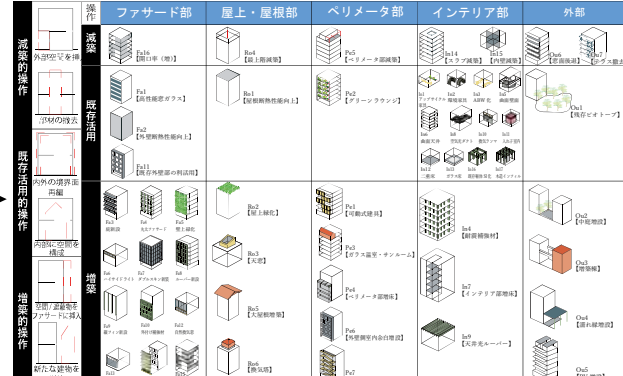


図13 分析から得られた53の建築的改修手法

3 環境配慮型再生建築にみられる設計条件と建築的改修手法の関係性分析

■ 階層型クラスタリング分析による分析結果

設計手法の一般化のため階層型クラスタリング分析による設計条件と設計解との関係性分析を行う。

図 14 から 4 つのクラスターに分類した。その中でもクラスター 4 にデータ数が偏っていたためにその中でさらに 3 つのクラスターに分解し、計 6 つのクラスターに分類した。その結果として、比較的偏りが少ない結果になった。

図 15 に設計条件による各クラスターの傾向把握を示す。分析結果から、地上階と延床面積、建蔽率で大きく影響を及ぼしていることが分かり、3 つの設計条件による各クラスターの傾向をまとめた。6 つのクラスターは①特殊型 ②大規模 + 立地良好型 ③大規模 + 立地悪条件型 ④中大規模 + 立地良好型 ⑤低規模型 ⑥中規模型に分けられる。以上の結果から 53 の建築的改修手法を基に各クラスターを説明する概念モデルを作成する。

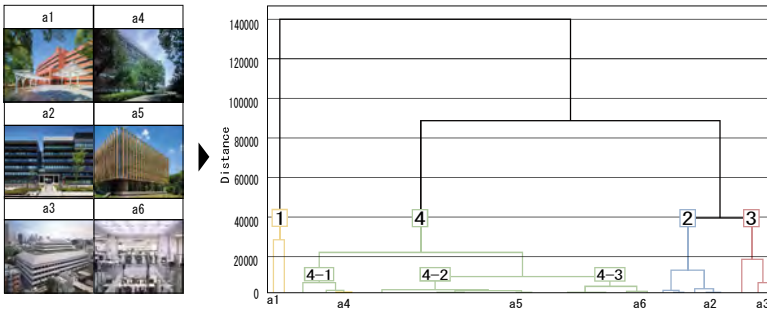


図 14 設計条件を説明変数とした非住宅建築物における階層クラスタリング分析結果

分類	構造体	気候区分	地上階(階層)	延床面積	建蔽率	築年数	設計条件	概念モデル
1	採用数						延床面積が 50,000 m ² 以上で建蔽率が平均 20%以下の事例 計 2 事例	Model A-1 特殊型
2	採用数						延床面積が 10,000 m ² 以上で建蔽率が平均 50%未満の事例 計 7 事例	Model B-1 大規模 + 立地良好型
3	採用数						延床面積が 10,000 m ² 以上で建蔽率が平均 50%以上の事例 計 4 事例 (設備更新メイン)	
4-1	採用数						延床面積が 2,000-10,000 m ² で建蔽率が 50%未満の事例 計 7 事例	Model C-1 中大規模 + 立地良好型
4-2	採用数						延床面積が 300-2,000 m ² で低層小規模の事例 D-1: 計 6 D-2: 計 10 事例	Model D-1 立地悪条件型 Model D-2 立地良好型
4-3	採用数						延床面積が 2,000-10,000 m ² で中規模の事例 D-1: 計 7 D-2: 計 4 事例	Model E-1 立地悪条件型 Model E-2 立地良好型

図 15 設計条件による各クラスターの傾向把握

4 概念モデルの作成とシミュレーションによる建築的改修手法の省エネ性評価

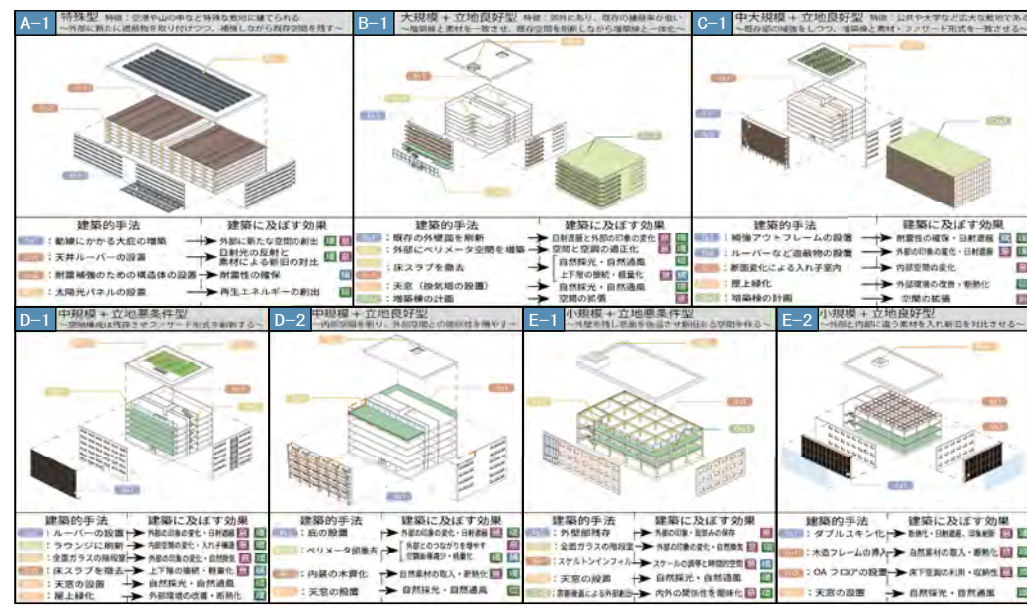


図 16 設計条件に対する 7 つの概念モデル

■ 7 つの概念モデルにおける建築手法の省エネ評価

図 16 に設計条件に対する 7 つの概念モデルを示す。設計条件とそれに対応した建築的改修手法の特徴が適していることが明らかになった。例えば、E-1 の概念モデルは都市部にあるビルのような小規模かつ立地条件の悪いタイプの既存建築物を対象にしている。改修前の設計条件に対して、既存の外壁は残して窓面を後退させ半屋外空間を作るなどの手法を取っており、内部空間の適正化と自然エネルギーの活用効果を見越した手法であることが分かった。そのため、建築的手法と建築に及ぼす効果を「意匠的」「構造的」「環境的」に整理した。

最後に省エネに寄与する建築的手法を省エネ法などで使われている基準モデルに反映させ、建築的手法と最低限の設備更新を加味した省エネ性の評価を行う。図 17 から全てのケースにおいてエネルギー消費量は削減し、特に C-1 と D-2、E-2 は約 200MJ 以上の削減効果があり、内部負荷改善と同等の省エネ性効果を確認できた。

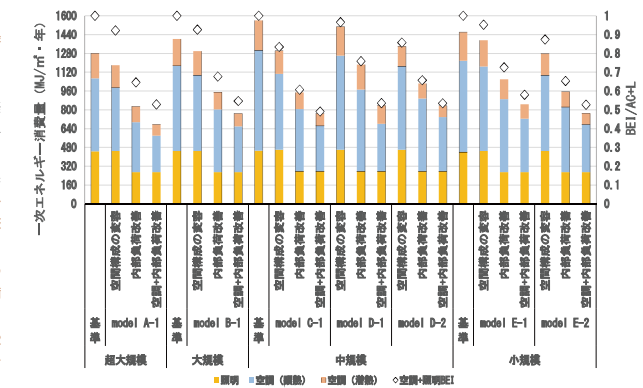


図 17 建築的手法と設備的手法による空調・照明一次エネルギー消費量とその削減率

1 得られた改修論の検証となる ZEB 化改修提案

これまで得られた分析結果の有効性を示す試みとして、得られた各設計条件に対する概念モデルを用いて実物件を対象に ZEB 化改修提案を行う。本提案での ZEB 化改修ではまず既存建築物の条件に適した建築的改修手法を選定する。(Phase1) として、選定した手法を適用したモデルをパターン適用建築としてベースモデルとする。(Phase2) それを周辺環境に合わせて建築的改修手法を変容させ、ZEB 基準を達成するようにスタディし、(Phase3) 機能性と意匠性を両立させる ZEB 改修を実現する。

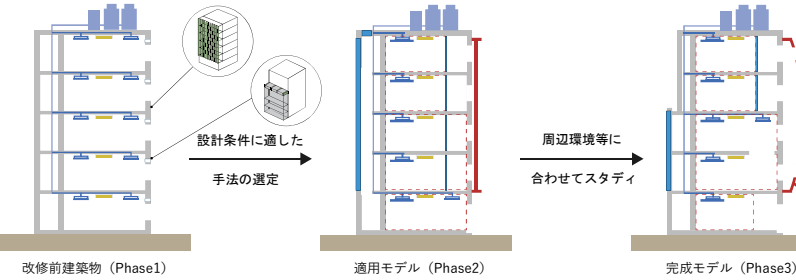


図 18 設計条件による各クラスターの傾向把握

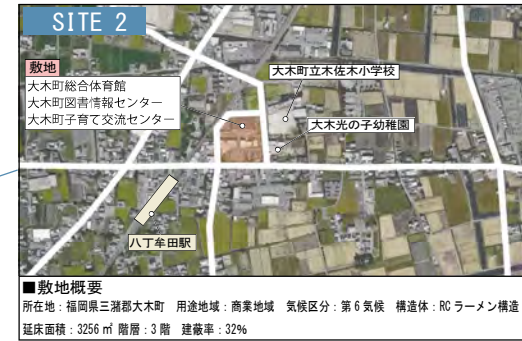
3 章 提案概要

2 対象物件の設計条件と敷地情報



敷地は①日本橋浜町ビル群にあるテナントビルと②福岡県大木町の庁舎である。これらの敷地は両極端の設計条件であり、本提案フローのケーススタディとして選定した。テナントビル周辺は隅田川や浜町公園などの自然環境とビル群が混在している場になっており、庁舎はほとんどが田園地域でその間を縫うようにクリークが張り巡らされ、地域特有の生態系やコミュニティが形成されている。

図 19 2 つの敷地における基本情報と改修前建築物の設計条件





既存の外壁部と一部張り出すルーバーと出窓が対比し、街に対する新たなファサードを作り出している。



↑改修前建築

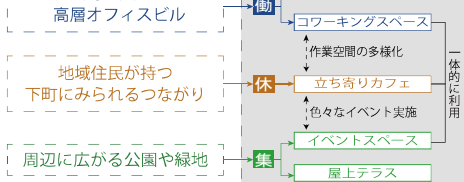
1 敷地調査 様々なスケール・素材・人が混在する浜町



一致する外壁ライン 高低差ある街並み 自然と人工物の対比 木造とRC造の混在
出窓 街にあふれるモノたち お祭りなどのイベント 東京マラソン開催

周辺環境は多様なスケール、素材、住民などが関係し合いながら共存おり、イベントでは様々な年代の方との交流がある。

3 プログラム計画 「働」「休」「集」のある小規模複合施設



オフィスビル群、地域住民、緑地や公園が結びつきながら、「働・休・集」をキーワードに利用者が一体的に利用できるプログラムを提案する。

2 現状の課題と提案



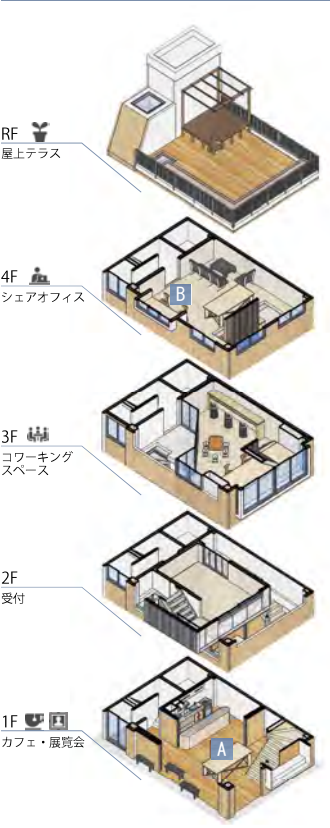
街に対して余白のある空間を提供し、浜町内における地域住民同士のつながりに寄り添うZEB化改修を提案する。

4 内部空間と外部空間の設計手法



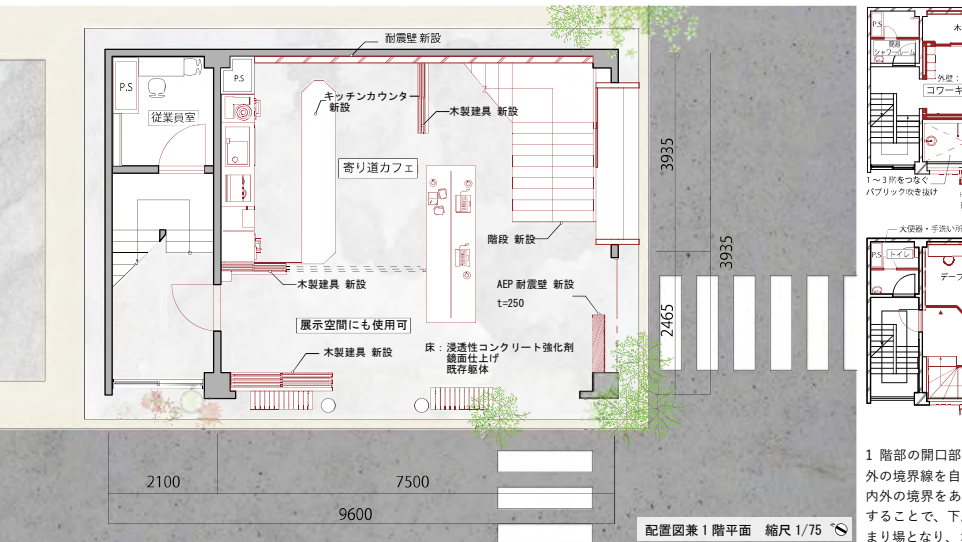
浜町らしさの特徴と省エネ性が担保された建築的改修手法によって7つの内部・外部空間を作り出す。

6 全体計画

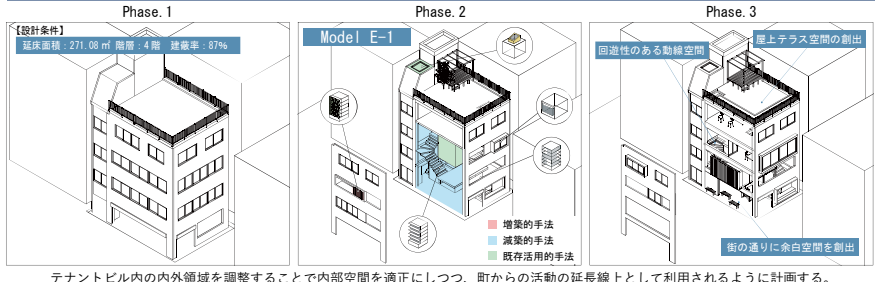


窓面後退によって空調床面積を適正化し、内部と外部の粗密を階によって変化させ、街に対する新たな集いの場を創出している。

7 平面計画 様々な利用者が気軽に立ち寄れるように上下階の余白空間をグラデーション的に変化させていく平面計画

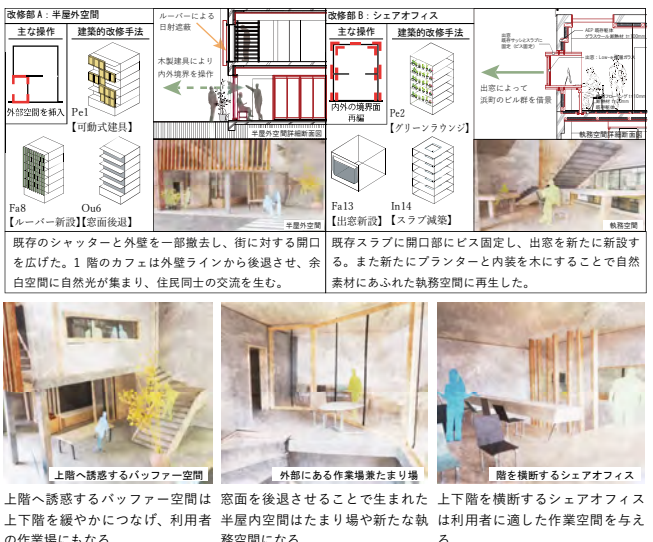


5 建築ダイアグラム 17の建築的改修手法を用いて浜町環境になじみ、利用者の活動の延長線上にある建築

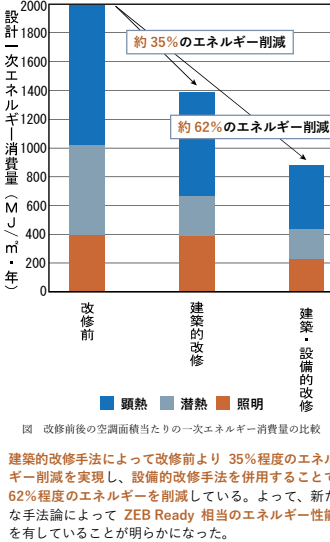


テナントビル内の内外領域を調整することで内部空間を適正にしつつ、町からの活動の延長線上として利用されるように計画する。

8 断面計画と空間構成 内外で新たな執務空間と余白空間を与える断面計画



9 改修によるZEB化検証



建築的改修手法によって改修前より35%程度のエネルギー削減を実現し、設備的改修手法を併用することで62%程度のエネルギーを削減している。よって、新たな手法論によってZEB Ready相当のエネルギー性能を有していることが明らかになった。



改修前建築

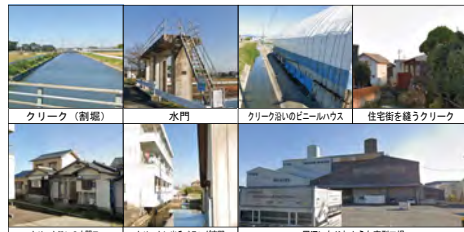


子どもの遊び場空間

2階半屋内空間

アクアポニクスハウスと屋上広場

1 敷地調査 人工の堀「クリーク」と共存する大木町



敷地周辺は「クリーク」という人工の堀が張り巡らされているため、大木町の生業と密接につながって現在まで存在している。

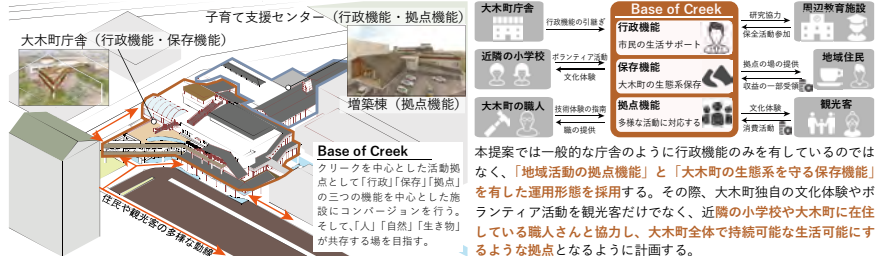
2 現状の課題と提案



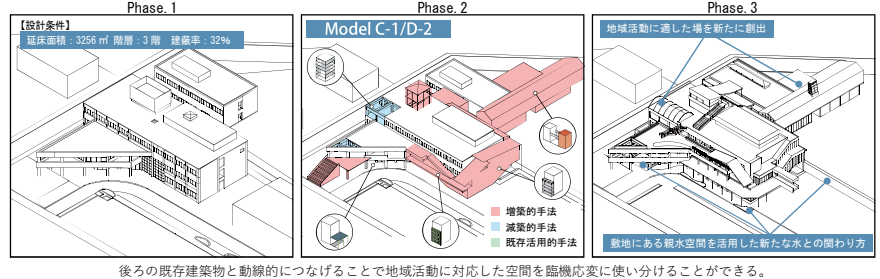
大木町では「堀干し祭り」や「生態系保存」などクリークを中心とした地域住民による活動・ボランティアが行われている。

地域活動の拠点となる施設が少ない大木町に対し、「地域の核」となる街に開かれた庁舎にZEB化改修を提案する。

3 プログラム計画 「行政」「保存」「拠点」の3つの機能を備えた新たな庁舎の在り方の提案

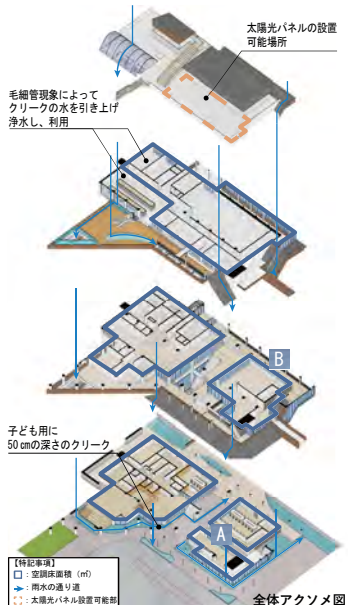


4 建築ダイアグラム 22の建築的改修手法によって「クリーク」「地域活動」「生態系」の三者が共存できるZEB庁舎



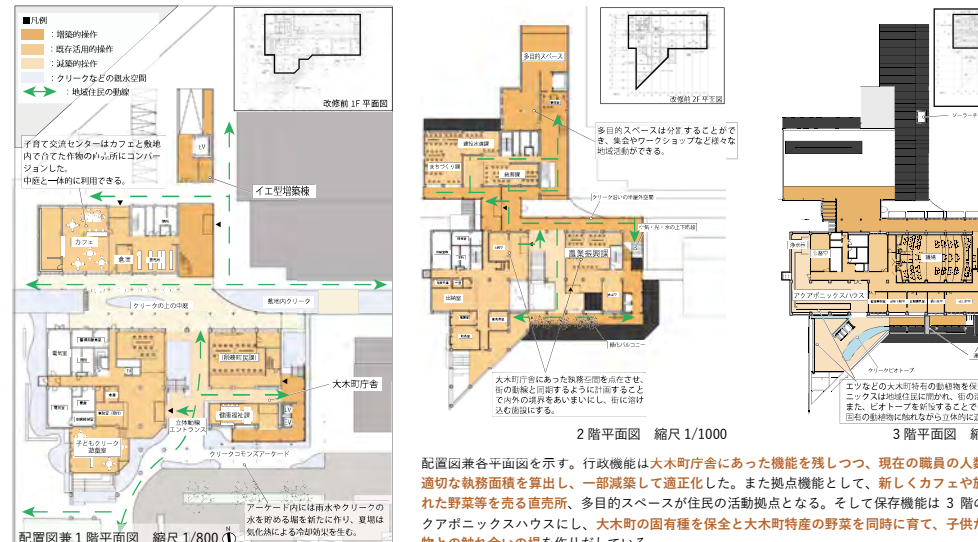
後ろの既存建築物と動的につなげることで地域活動に対応した空間を臨機応変に使い分けることができる。

5 全体計画と日射解析結果

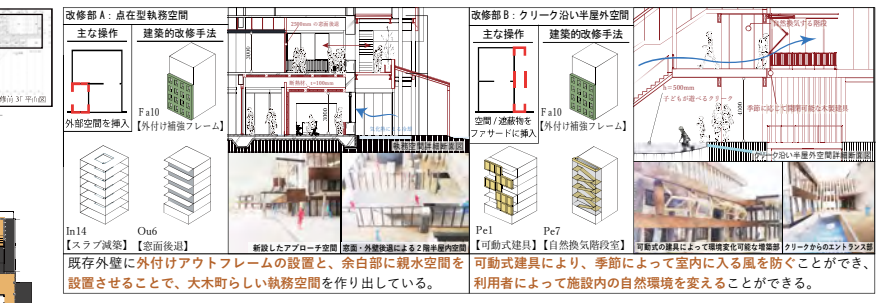


太陽光パネル設置可能場所 184.5㎡
年間積算日射量 太陽光発電量：105MJ/m²・年 (損失係数：0.8)
窓面后退によって空調床面積を適正化しつつ、施設内のクリークと貯水池に水をため、気化熱による熱負荷抑制も狙っている。太陽光パネル設置を考慮した解析も行う。

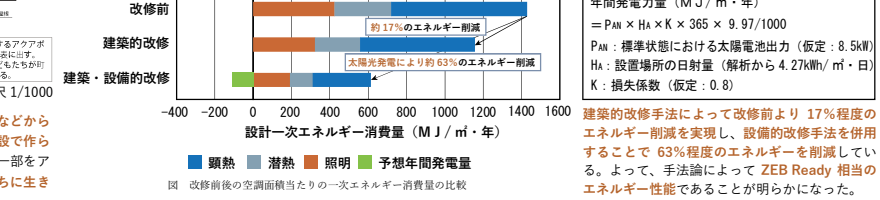
6 平面計画 町からの動線を庁舎内に誘導し、地域活動が自然と行え、街の生態系の受け皿となる場を設ける平面計画



7 断面計画 改修によって得られた新たな内外空間を通して「クリーク」との新たな関係性を築く断面計画



8 改修によるZEB化検証



6章 まとめ

日本国内の既存建築物と環境配慮型再生建築のデータベース分析から外皮性能、設備性能、エネルギー性能の傾向把握をし、現在の外皮・設備仕様で空調で20%、照明で30-50%の削減が可能であると確認された。また建築的改修手法と設計条件との関係性並びにシミュレーションによる省エネ性評価を行った。「延床面積」「地階」「建築率」によって採用される改修手法が大きく変わり、7つの概念モデルを作成することができた。そして全てのケースでエネルギー削減が確認でき、最大で21%削減していることが明らかになった。

ZEB化改修提案ではそれぞれの敷地に眠る課題点を解決し、新たな付加価値を持つZEB (ZEB Ready 認証) に再生することができた。

本研究において新たなZEB化改修の礎となる手法論を提示できたと考える。建築と設備のバランスを見直し、新たなZEBの在り方の1つではないだろうか？

■参考文献
・令和4年度エネルギーに関する年次報告 経済産業省資源エネルギー庁 (エネルギー白書2023)
・2021年度の温室効果ガス排出・吸収量について 環境省/国立研究開発法人国立環境研究所
・平成30年度省エネルギー政策立案のための調査事業 既存建築物のZEB化推進に向けた調査、報告書 株式会社野村総合研究所 平成31年3月
・リファイニング建築 (再生建築) とは 一般社団法人リファイニング建築・都市再生協会