

■ 建築設備綜合協会 第78回新技術・製品FORUM

# 建築改修による価値創造

～建築の長寿命化と建物価値向上～

Speaker

川瀬 貴晴 千葉大学 名誉教授

■ 2026年2月20日

Architectural Renovation & Sustainability Strategy

# はじめに：建築のパラダイムシフト

## 建設コスト上昇と脱炭素社会における新たな視座



### 建設コストの継続的上昇と不確実性

資材価格の高騰、人手不足による労務費の上昇は不可逆的なトレンド。新築偏重の投資モデルは経済合理性を失いつつある。



### 脱炭素社会の到来：カーボンニュートラル

新築時の「炭素負債（エンボディド・カーボン）」が大きな課題に。既存ストックの活用は環境負荷低減の最短ルート。



### 改修を「妥協」ではなく「価値の創造」へ

既存不適格の解消や単なる延命措置を超え、性能・機能・意味を現代的に再編集し、新築以上の価値を生み出す。



### 価値観の転換

従来の視点

これからの視点



「既存資産の性能・意味・時間価値を再編集する」

Re-editing Existing Assets

Cost

コスト最適化

Carbon

炭素削減

Value

価値最大化

# 改修建物の価値を定義する

改修こそが最もサステナブルな選択である理由：3つの価値視点



## 時間という付加価値

Historical Value

歴史・記憶の継承  
新築では作り出せない、時間の経過が  
醸成する風格と場所の記憶。

コミュニティとの連続性  
地域社会の風景の一部として存続し、  
愛着やアイデンティティを保つ。



## 環境負荷の低さ

Environmental Value

初期炭素の削減  
躯体（構造体）を再利用することで、  
建設時のCO2排出を劇的に抑制。

廃棄物の最小化  
解体に伴う大量の産業廃棄物を回避し、  
資源循環型社会に貢献。



## 立地の継承

Location Value

都市インフラの活用  
既存の交通アクセスや供給インフラを  
そのまま活かし、コストを抑制。

周辺関係資本の維持  
近隣との関係性や、都市内での確立されたポジションを引き継ぐ。



Sustainable Renovation Strategy



桂離宮（月波樓）

Katsura Imperial Villa (Gepparō)

TRADITIONAL WISDOM

## 歴史から学ぶ長寿命化の本質

なぜ、伝統建築は「鉄釘」を使わずに数百年生き続けるのか？



### 1. 鑄による腐食を防ぐ

鉄の鑄膨張による木材破壊を回避  
木組みなら木材本来の寿命を全う可能



### 2. 木の「伸縮」に追従

呼吸する木の動きに合わせる柔軟性  
込栓や継手で一体化しガタつきを防止



### 3. 揺れを逃がす「柔構造」

接合部の「めり込み」が地震力を吸収  
剛強に固めず、柳のように受け流す



### 4. メンテナンスと再利用

分解・組み立てが容易なシステム  
腐朽した部材のみの「部分交換」が可能



### 現代建築への示唆

素材の特性を理解し、劣化しても「部分的に更新できる仕組み」を設計段階で組み込むことが、真の長寿命化につながる。

# 建築設備が抱える宿命

## ライフサイクルの不整合と更新の必然性



### 設備は最も寿命が短い

建築躯体が60年以上の寿命を持つのに対し、配管や空調機器は15～20年で物理的・機能的限界を迎える。建物の一生で3～4回の全面更新が必要となる。



### 更新を前提とした計画が不可欠

「壊れない」よりも「交換しやすい」ことが重要。十分な天井裏スペース、機械室への搬入ルート、点検口の配置が建物の真の寿命を決める。



### 機器や部材の長寿命化を実現する設計手法

耐久性の高い材料の選定、メンテナンス性の確保、段階的な更新を可能にする設計により、個々の機器や部材の寿命を最大化し、トータルのライフサイクルコストを削減する。

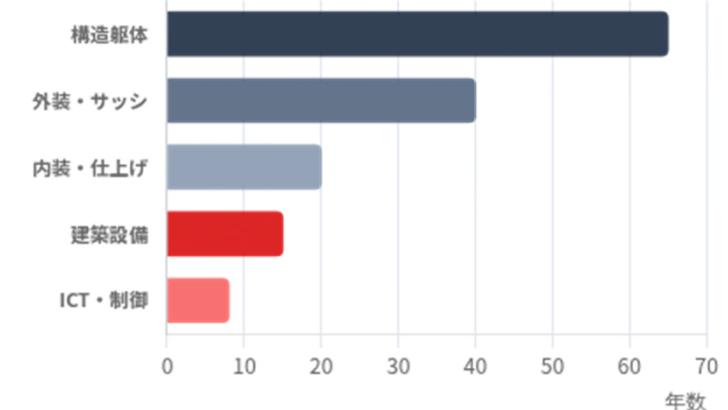


### 躯体・仕上げとの独立性

設備更新のために躯体を破壊したり、高価な仕上げを撤去したりする無駄を避けるため、SI（スケルトン・インフィル）分離の思想を設計に組み込む。

### 建築構成部位の寿命比較

⌚ 長寿命化対策



#### CRITICAL ISSUE

躯体寿命(60年)の間に、設備は3回以上の更新が必要。



#### SOLUTION

機器・部材の長寿命化により、更新回数を減らし、建物全体の価値とサステナビリティを向上させる。

# 劣化の二面性：物理と社会

Physical vs. Social Deterioration

## ☒ 物理的劣化 Physical

時間比例で連続的に進行

摩耗、腐食、紫外線劣化など、時間の経過と共に物理的性能が低下する現象。

予測と対策が可能

経験則やデータに基づき、修繕計画（予防保全）を立てやすい。

## 🔍 相対的機能低下（陳腐化） Obsolescence

不連続で予測困難

法改正、IT革新、ライフスタイルの変化により、突発的に「時代遅れ」となる。

社会的要水準とのギャップ

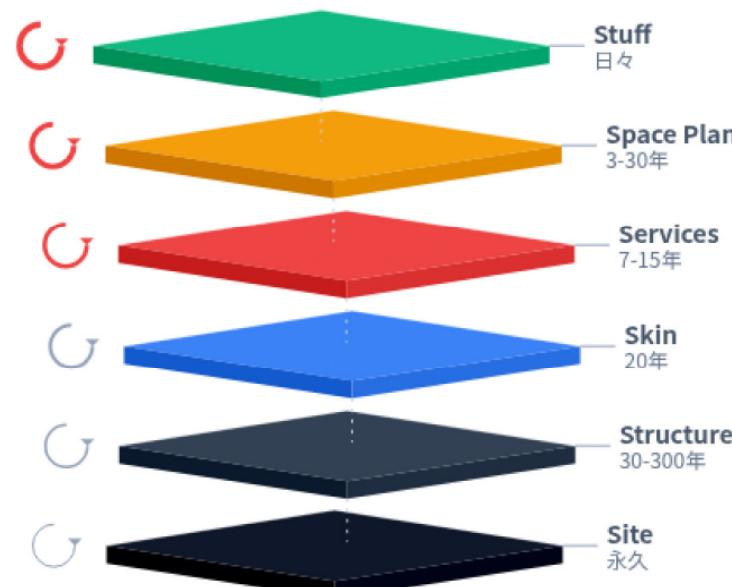
建物自体は健全でも、社会が求める性能（省エネ、耐震、快適性）が上昇することで価値が低下。

## 🕒 性能・価値の経年変化と改修効果のイメージ



CONCEPT

# Shearing Layers (剪断層)



Stewart Brand "How Buildings Learn" (1994) より概念化

「動きの速い層が、動きの遅い層を壊さないように設計すること」  
核心メッセージ：寿命の異なる要素の衝突（Shearing）を避ける

層 (Layer)	更新周期	内容
Stuff (備品)	数日～数ヶ月	家具、家電、照明器具
Space Plan (内装)	3～30年	間仕切り、天井、床仕上げ
Services (設備)	7～15年	電気、給排水、空調、EV
Skin (外装)	20年程度	外壁、屋根、窓
Structure (構造)	30～300年	基礎、柱、梁（骨格）
Site (敷地)	永久的	地理的場所、都市計画

✖ 悪い設計 (Tangled)



躯体に設備が「埋没」

✓ 良い設計 (Untangled)



Architectural Renovation & Sustainability Strategy | 2026.02.20

躯体と設備が「分離」

# 戦略1：タイム・インターフェース・デザイン

## インフィル層の細分化と多層インターフェース

インフィルを単一の塊とせず、「内装」「設備機器」「基幹設備」の3層に細分化。同じインフィル内でも更新周期の違いに応じたインターフェース（接合部）を設け、部分最適化と全体長寿命化を両立する。

## インフィル間インターフェースの設計

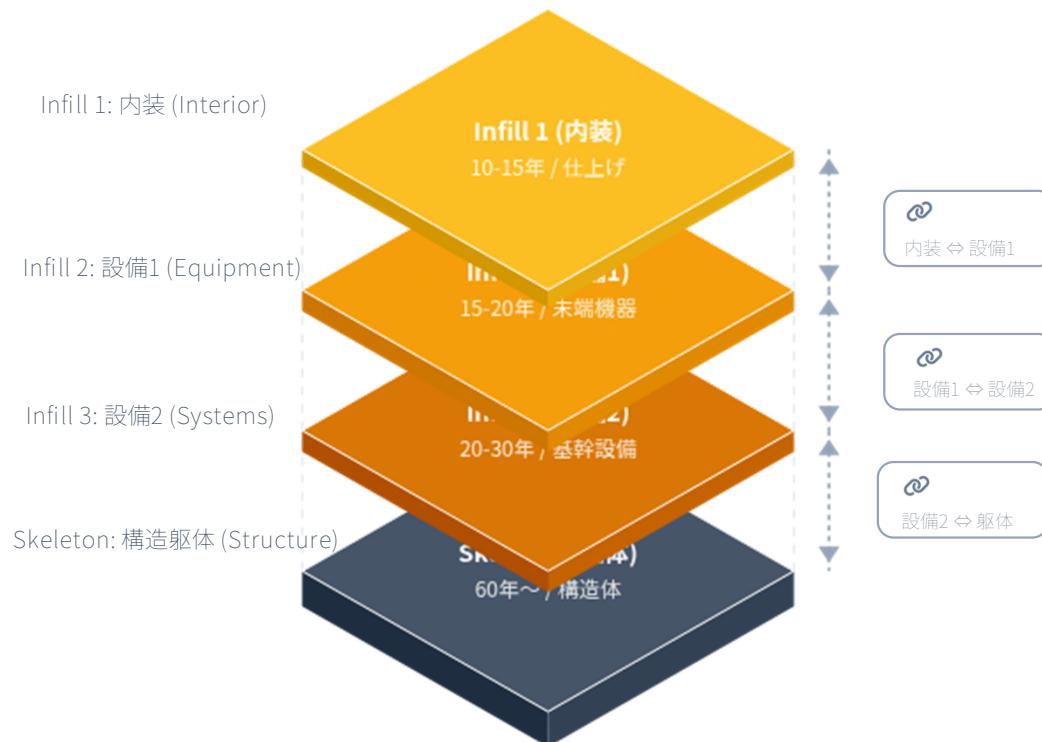
内装(10年)と設備(20年)の接合部をドライ化。内装更新時に設備を傷めず、逆に設備更新時に内装の破壊を最小限に抑える。

## 設備の階層化 (System & Sub-system)

基幹設備（幹線・ダクト）と末端機器（照明・空調機）を分離。技術陳腐化の早い末端機器だけを容易に交換可能にする。

スケルトン（60年～）の上に、寿命の異なる3つのインフィル層が重なる4層構造として捉える。

スケルトン+3層インフィルの多層構造図



## 戦略2：更新区分の最小化と明確化

### 更新単位の細分化

建物全体の大規模改修ではなく、「機能向上のための最小単位」を定義し、必要な箇所のみをピンポイントで更新可能にする設計思想。



### 経済的な改修の実現

更新範囲を限定することで、一度にかかる投資コストを平準化し、運用予算内での継続的なアップグレードを可能にする。



### 運用停止リスクの最小化

バルブや遮断機によるゾーニングを徹底し、工事に伴う機能停止範囲を局所化（ローカライズ）する。



### 技術革新への追従

機器・部品単位での交換を容易にすることで、最新の省エネ技術や制御システムを即座に導入できる。

### 更新単位のブレークダウン（階層化）

更新頻度：低  
コスト：高

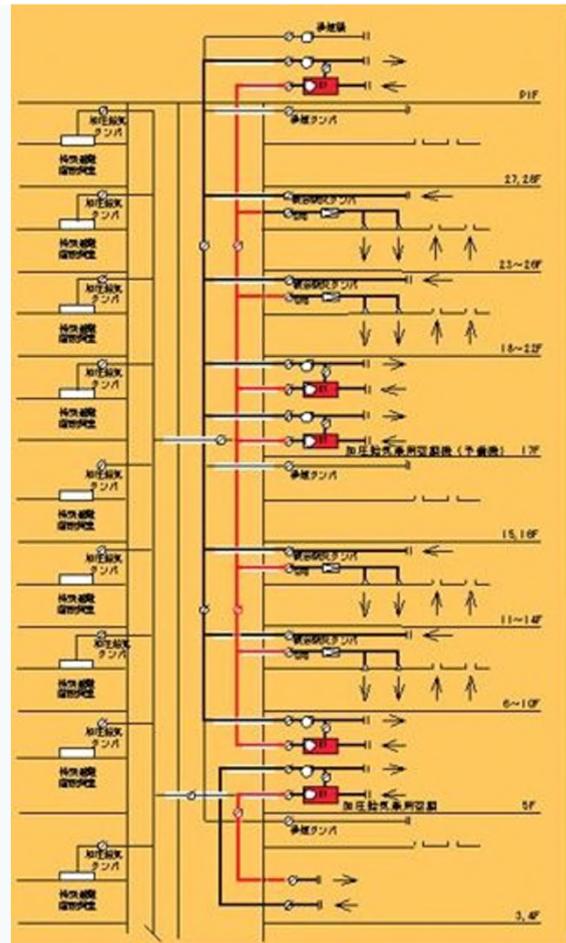


更新頻度：高  
コスト：低

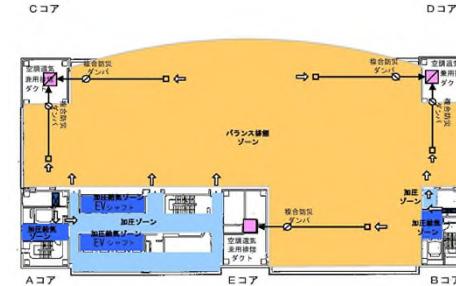
# 空調セントラル化の実例：改修ポイントの集約 JR東日本の事例

## 空調ダクト系統図 垂直方向の集約

垂直方向の集約



## 機械室配置・平面詳細



## セントラル化による3つの改修メリット



### メンテナンス効率の向上

主要機器を機械室に集約することで、点検・保守作業が一箇所で完結。巡回の手間を省き、異常時の早期発見と対応を可能にする。



### 更新の容易性

階ごとに分散配置せず集約することで、将来の機器更新時に搬入・撤去ルートを一本化。テナント専有部への立ち入りを最小限に抑える。



### スペース効率と居住性

各階の天井窓（ふとこ）を薄く抑えることができ、高い天井高を確保。居住空間を最大化し、オフィスの快適性を向上させる。

## 戦略3：空間の「ゆとり」が価値を生む

経済合理性の名の下に、設備シャフトや機械室が限界まで圧縮されている現状は、将来の建物寿命を縮める最大のリスク要因です。



更新作業スペースの欠如は、工事費の増大や、最悪の場合「更新不可能」という事態を招く。

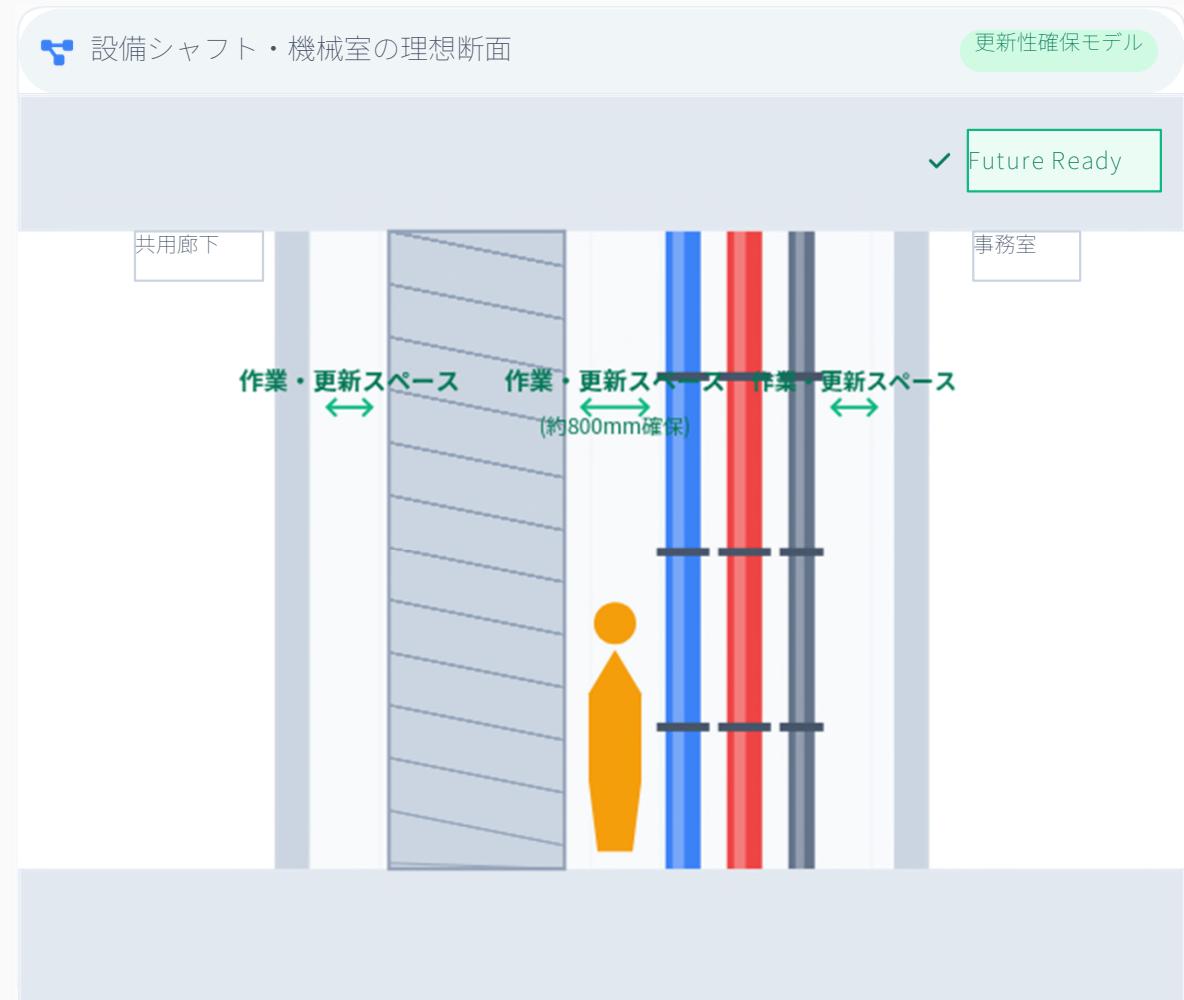


十分なスペースは更新のしやすさ（作法）だけでなく、空気抵抗の低減による空調効率向上にも寄与する。

### 徒然草 第五十五段より

「家の作りやうは、夏をむねとすべし。  
冬はいかなる所にも住まる。  
暑き比（ころ）わろき住居は、堪へ難き事なり。」

● 現代的解釈：極限設計ではなく、通風や更新のための「余白」を持つことが、長く住み継ぐ（使い続ける）ための本質である。



# 実例：JRE本社ビル（1997年竣工）

## JRE本社ビル (East Japan Railway Company HQ)

「100年建築」を掲げ、構造躯体の長寿命化とともに、頻繁な設備更新を完全に許容する設計を実現。



ドライエリアから直接地下機械室へアクセス可能な大型搬入口を設置。重機を用いずとも、大型空調機や変圧器の入替えが可能。



共用部に集約されたシャフトは、将来の配管増設を見込み、十分な余剰（ゆとり）を確保。更新時の「二重配管」運用も可能に。



600mmグリッドのシステム天井により、照明・吹出口の移設が容易。レイアウト変更に追従し、廃棄物を最小化。

### ●長寿命建築を支える環境設備技術

#### 1. 将来の設備更新への配慮

- ・機材搬入に使える大型非常用エレベータ
- ・機械室内の移動のためのホイストレール
- ・屋上の機材移動のための清掃ゴンドラ兼用クレーン
- ・余裕のある天井高2,800mm、OAフロア300mmスーパー柱内の更新スペースのあるPS
- ・建物を利用しながら配管更新が可能なように、各階で交互に配置を替えた男・女便所のレイアウトと2系統のPS

#### 2. スーパーセントラル空調システム

- ・大型空調機による可変風量+台数制御運転・高効率なエアロフォイルファンによる省エネルギー
- ・大型空調機の相互バックアップ、機械室階への集中設置・管理点数の削減による保守管理性の向上
- ・加圧防排煙設備との兼用による高度な防災性能

#### 3. 環境に配慮した設備

- ・バイオ技術による汚泥や臭気の少ない厨房排水除害設備
- ・河川流域対策にも有効な雨水再利用設備
- ・水の有効利用と下水道施設の負荷軽減のための中水処理設備
- ・徹底した分別によるリサイクル・省人力・省エネルギーが可能な重力式ごみ収集搬送システム

#### 4. きめ細かな省エネルギーと快適環境の両立

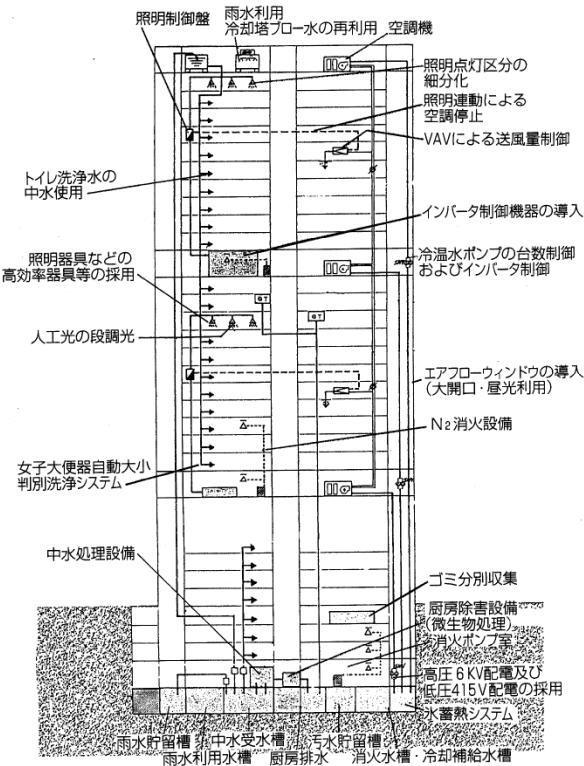
- ・大きな窓による眺望・開放感と温熱環境・負荷軽減を両立させたエアフローウィンドウ
- ・空調機・ポンプのインバータによる可変風量・流量制御
- ・VAVによる40m<sup>3</sup>~80m<sup>3</sup>ごとの空調制御
- ・高効率な照明器具と細かな照明点灯区分
- ・照明消灯と連動した空調消し忘れ防止制御
- ・高効率な照明器具と細かな照明点灯区分
- ・ロスの少ない高圧6KV配電と低圧415V配電
- ・赤外線による非接触操作と大幅な節水が可能な女子便所洗浄水の電子流量制御

#### 5. インフラストラクチャーへの配慮

- ・電力や地域冷暖房設備の利用平準化に効果的な過冷却蓄熱システム
- ・上下水道の負荷を軽減する排水再利用設備

#### 6. 高度な安全性の確保

- ・地震などによる漏水事故に配慮した基準階の予作動式スプリンクラー・フレキシブル卷出管
- ・人命・地球環境に優しいN<sub>2</sub>ガス消火設備
- ・煙制御による安全性の高い加圧防排煙設備



# What-If 手法によるレジリエンス計画

「もしも」の事態を定量的に想定する：予測困難な未来に対して、3つの極端なシナリオ（What-If）を設定し、設計・運用・投資の多角的な視点から対策を用意することで、建物の生存率を高める。

## Design 設計・建築的対応

## Operation 運用・チューニング

## Investment 投資・改修

Scenario 01  
エネルギー使用  
10% 制限



パッシブデザインの強化  
自然採光・通風を最大限活用し、設備依存度を下げる基本設計。

高断熱・遮熱外皮  
ペリメーター負荷を削減し、空調エネルギーのベースを抑制。

Scenario 02  
エネルギー価格  
10倍 高騰



熱回収システムの徹底  
全熱交換器、排熱利用ヒートポンプによる「熱の再利用」。

Scenario 03  
供給途絶  
(災害・有事)



異系統受電・冗長化  
本線・予備電源の確保および受変電設備の浸水対策。

自然換気窓の手動開放  
停電時でも居住性を最低限確保できる開口部設計。

## Operation 運用・チューニング

ピークカット制御  
BEMSによる最大需要電力の監視と自動抑制。

設定温度の緩和  
夏期28°C、冬期20°C等の推奨値を厳格運用。

高効率機器への更新  
トップランナー基準を超える空調・照明機器への入れ替え。

人感・照度センサー  
無駄な点灯・空調を物理的に遮断するセンサー網の構築。

太陽光発電(PV)の最大化  
屋上・壁面を利用した創エネ設備への積極投資。

蓄電池・蓄熱槽  
安価な時間帯にエネルギーを貯め、ピーク時に放電・放熱。

デマンドレスポンス(DR)  
電力需給逼迫時の抑制要請に応じたインセンティブ獲得運用の確立。

部分負荷運転の回避  
機器効率が落ちる低負荷運転を避け、台数制御を徹底。

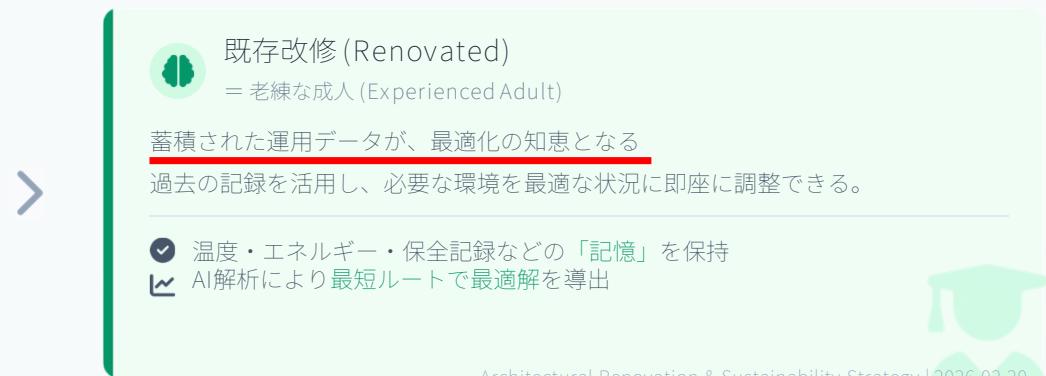
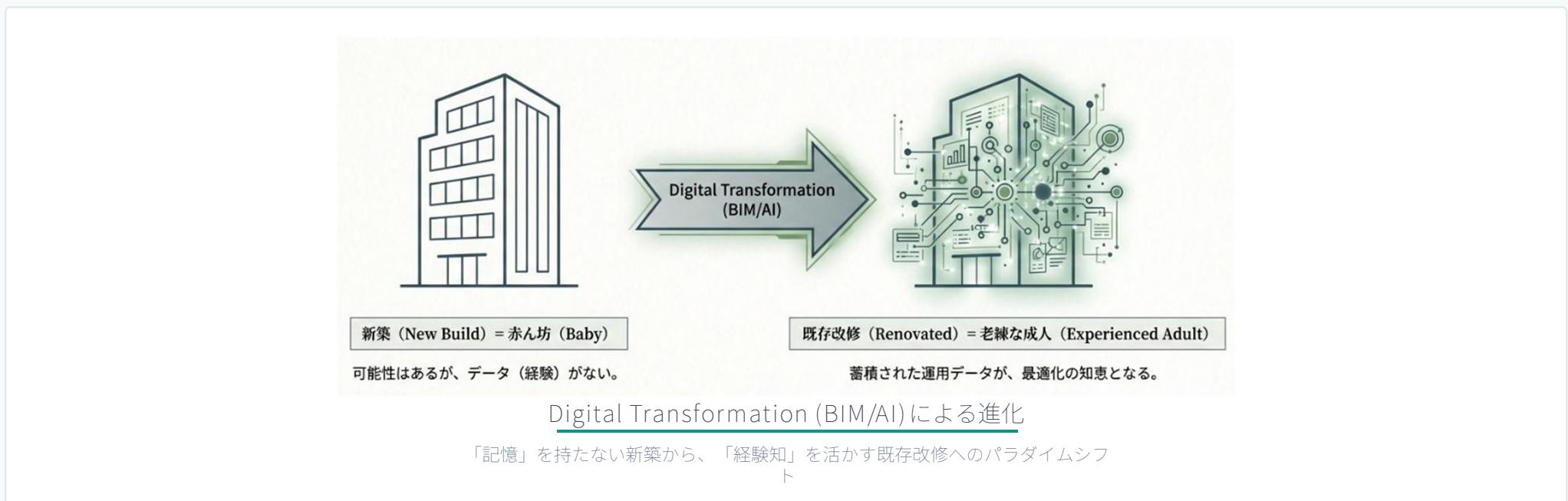
非常用発電機 (72h)  
3日間の自立稼働を可能にする燃料備蓄と発電設備。

CGS・自立運転機能  
ガスコーポレーションによるブラックアウトスタート対応。

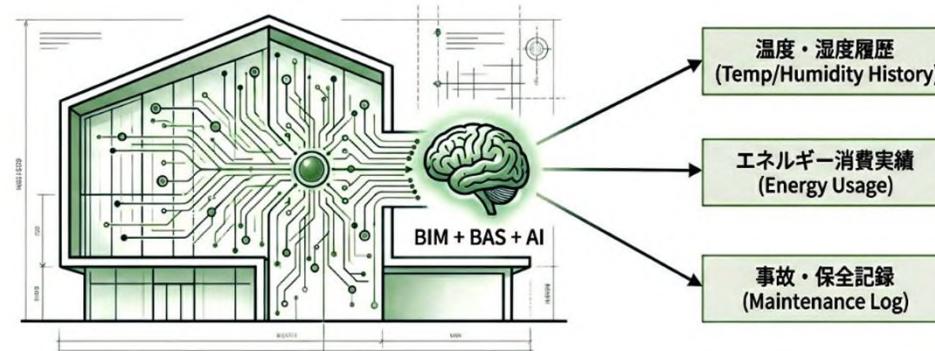
BCPマニュアルの策定  
優先負荷（保安・通信・医療等）への切り替え手順の訓練。

在館者保護プロトコル  
空調停止時の熱中症対策や避難誘導ルールの整備。

## 戦略4：古さを「経験」へ、経験を価値へ



## 戦略4：記憶する建築 - データ蓄積による経験の具体化



過去のデータを学習し、自らの運用を最適化する。単なる「箱」から「有機体」への進化。

過去のデータを学習し、自らの運用を最適化する。単なる「箱」から「有機体」への進化。

### 室内環境データ

温湿度履歴: 季節や時間帯ごとの室温変化を記録し、空調負荷の特性を学習。

CO2濃度・照度: 在室状況と連動した換気・照明制御の最適化に活用。

快適性評価: 居住者からのフィードバックと物理環境データの相関分析。

### エネルギー消費実績

需要パターンの蓄積: 電力・ガス・水の使用ピークを予測し、デマンド制御を自動化。

機器効率(COP)監視: 部分負荷特性の実測データを蓄積し、高効率運転領域を維持。

無駄の特定: 夜間・休日の待機電力や不要な運転履歴の可視化。

### 事故・保全記録

トラブル履歴: 過去の故障発生日時・原因・対応内容をデータベース化。

予兆検知: 振動・異音などのセンサーデータから異常傾向を早期に発見。

部品寿命管理: 稼働時間に基づく消耗品の交換予測と予防保全計画の策定。



今後の改修工事への影響と対応

LCCO2評価の義務化

新築・大規模改修時の定量的評価が必須化。2028年の届出制度開始に向けた準備と、算定プロセスの確立。

省エネ基準の強化

2030/2050年目標へ段階的引き上げ。既存不適格化リスクを見越した先回り投資と、ZEB化改修の推進。

長寿命化設計の促進

「長く使える部材」が評価される仕組みへ。建材CO2排出量原単位の整備と、リサイクル材の活用促進。

環境負荷の小さな製品選択の重要性

主要建材だけでなく、小さな部品や材料の選択もLCCO2削減の決定打に。サプライチェーン全体の脱炭素化。

出典：国交省

## STRATEGY 06

## 戦略6：サーキュラーエコノミー対応、社会体制の構築とインセンティブ

技術的な長寿命化だけでなく、それを支える「社会的な仕組み」が不可欠である。  
供給・回収のサイクル、法規制によるボトムアップ、経済原理によるトップアップの三位一体で改修を促進する。



### 1 供給・回収体制の整備 Supply Chain & Lifecycle

## SPECIFIC EXAMPLE

**ハロンガスリサイクル制度**

生産廃棄物の消火剤を回収・再生し、既存ビルの防火安全を維持する必須インフラ。

- 維持管理の継続性: 部品・消耗品の供給網を社会的に担保し、物理的延命を可能にする。
- 静脈物流の確立: 廃棄される機器や冷媒を適切に回収・再資源化するルートの構築。

### 2 規制強化による改修促進 Regulation & Obligation

## SPECIFIC EXAMPLE

**フロン排出抑制法 / 建築物省エネ法**

定期点検の義務化や環境性能基準の引き上げ、LCCO<sub>2</sub>削減強化により、放置されている老朽設備の更新を促す。

- 社会的陳腐化の強制: 環境負荷の高い既存不適格な状態を「リスク」として顕在化させる。
- ボトムアップ効果: 最低基準を引き上げ、改修せざるを得ない状況を作り出す。

### 3 経済的インセンティブ Economic Incentives

## SPECIFIC EXAMPLE

**容積率緩和 / 補助金制度**

「ゆとり」空間の確保や高性能化改修に対し、容積率ボーナスや税制優遇で報いる。

- 投資回収の支援: 改修コストの壁を下げる、事業主が長寿命化投資に踏み切る動機付けを行う。
- 公共性の評価: 建物の長寿命化が社会資産であると認め、公的支援を行う仕組み。

STRATEGIC APPROACH

# 「既存の骨組み」を愛で、 知恵で性能と意味を再編集する。

新築はない、時間の厚みと技術のレイヤリング。

## 【6つの戦略の統合】



戦略1：タイム・インターフェース  
接続部の設計で更新容易に



戦略4：古さを「経験」へ  
データ化による運用最適化



戦略2：更新区分の最小化  
細分化と明確化で最適化



戦略5：地球環境問題対応  
LCCO2削減と脱炭素化



戦略3：空間の「ゆとり」  
将来変化への適応力確保



戦略6：循環型経済対応  
社会体制とインセンティブ



時間・記憶の継承



場所性の深化



環境負荷の低減

改修の新しい価値を見つけよう