

パネルディスカッション 「2030年以降を見据えた省エネ改修に向けた方策」

竹部 友久

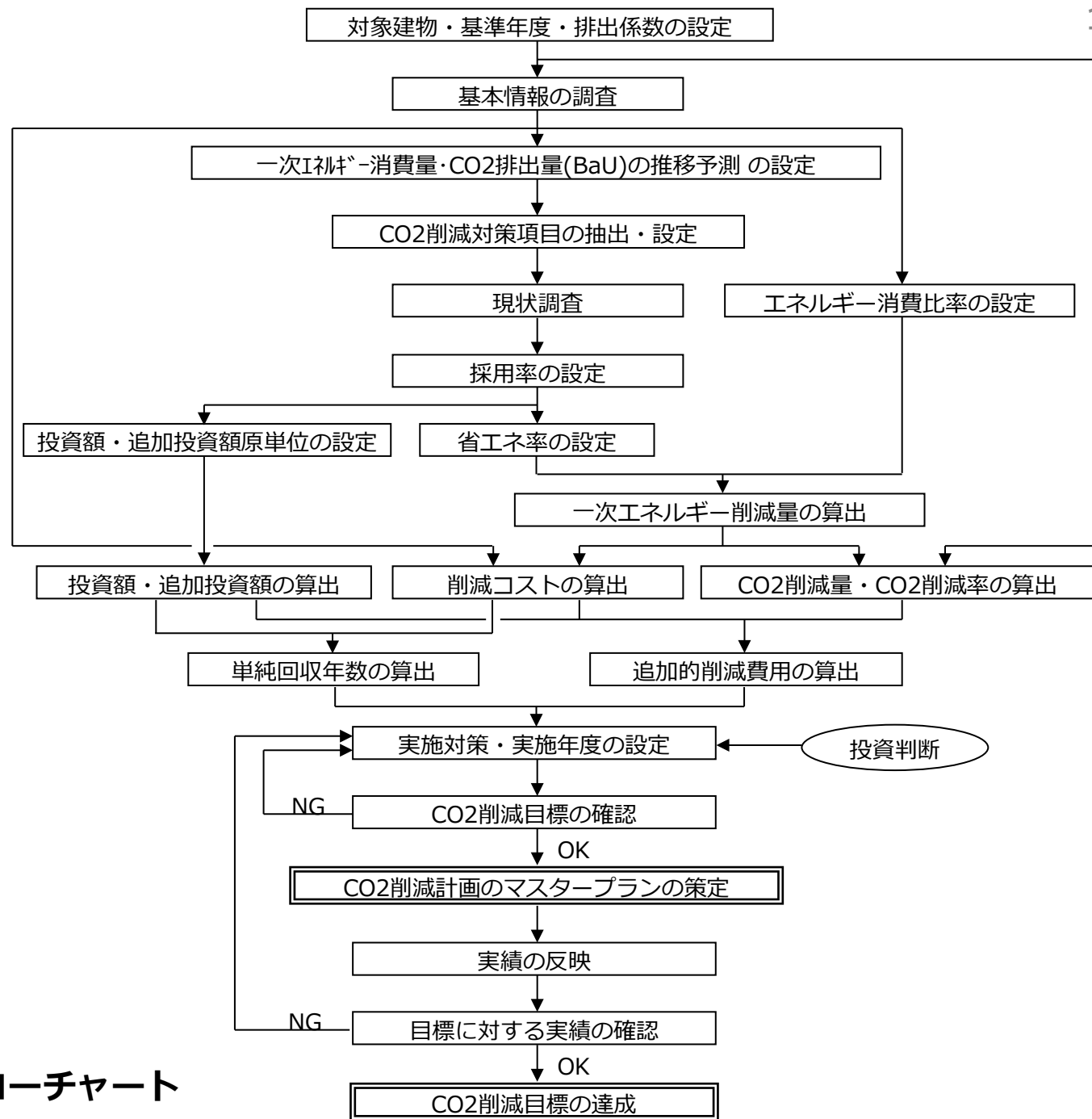


株式会社 日本設計 執行役員 第1環境・設備設計群長

省エネ改修の現状

- ✓ 予防保全と事後保全
- ✓ 予防保全では、設備の耐用年数に合わせて分散投資する中長期改修計画を策定
- ✓ それに基づき毎年度改修予算が計上され、施工会社に依頼して改修を実施している
→いわゆる単純更新
- ✓ 複数の建物（建物群）を所有・管理されている場合、CO₂削減・カーボンニュートラルの観点から、建物群全体の把握から、個々の既存建物の省エネ改修へ

建物群の省CO₂マネジメント手法フローチャート



改修時の問題点

現状の図面が無い

- ✓ 比較的新しい建物でも、部分的な修繕や改修の記録が残っていないため、竣工図を見ても現地と違う場合が多い

竣工時の計算書が無い

- ✓ 設備容量などを検討する上で、原設計の考え方がわからない

計測・計量データが無い

- ✓ 改修検討のために知りたい計測・計量データが無く実績データを把握できない

改修時の問題点

起因段階	問題点
設計段階	階高・面積などスペースの不足
	階高・床耐荷重・スリーブの不足など構造上の問題
	搬出入口・点検口の個数とサイズの不足
	煙突サイズの不足
	下階の天井で横引く配管ルート（工事階がまたがる）
	壁埋込・床埋設配管
	建築仕上の耐用年数より短い設備
	分岐バルブの不足
施工段階	ゾーン別に系統分けされていないダクト・配管・配線
	竣工図・製作図・計算書などの不備
管理段階	機器更新ルート不明又はルートに障害物
	現況図・改修履歴の不備
	竣工図・製作図・計算書などの紛失
	劣化によるバルブの作動不良

省エネ改修の課題

技術的な課題

- ✓ スペース・構造など**物理的な制約**で対応が難しい
- ✓ 詳細な**実績データ**が把握できておらず効果のある対策ができない
- ✓ 難易度の高い**技術スキル**が必要
- ✓ **居ながら改修**の制約や難しさ

経済的な課題

- ✓ **不動産流動化**によるオーナーの投資判断と**ESG投資**への対応
- ✓ **建設費**の高騰
- ✓ 人件費、賃料に比べると、**エネルギーコスト**が安い
- ✓ 省エネ改修による**オーナーの経済的メリット**が小さい

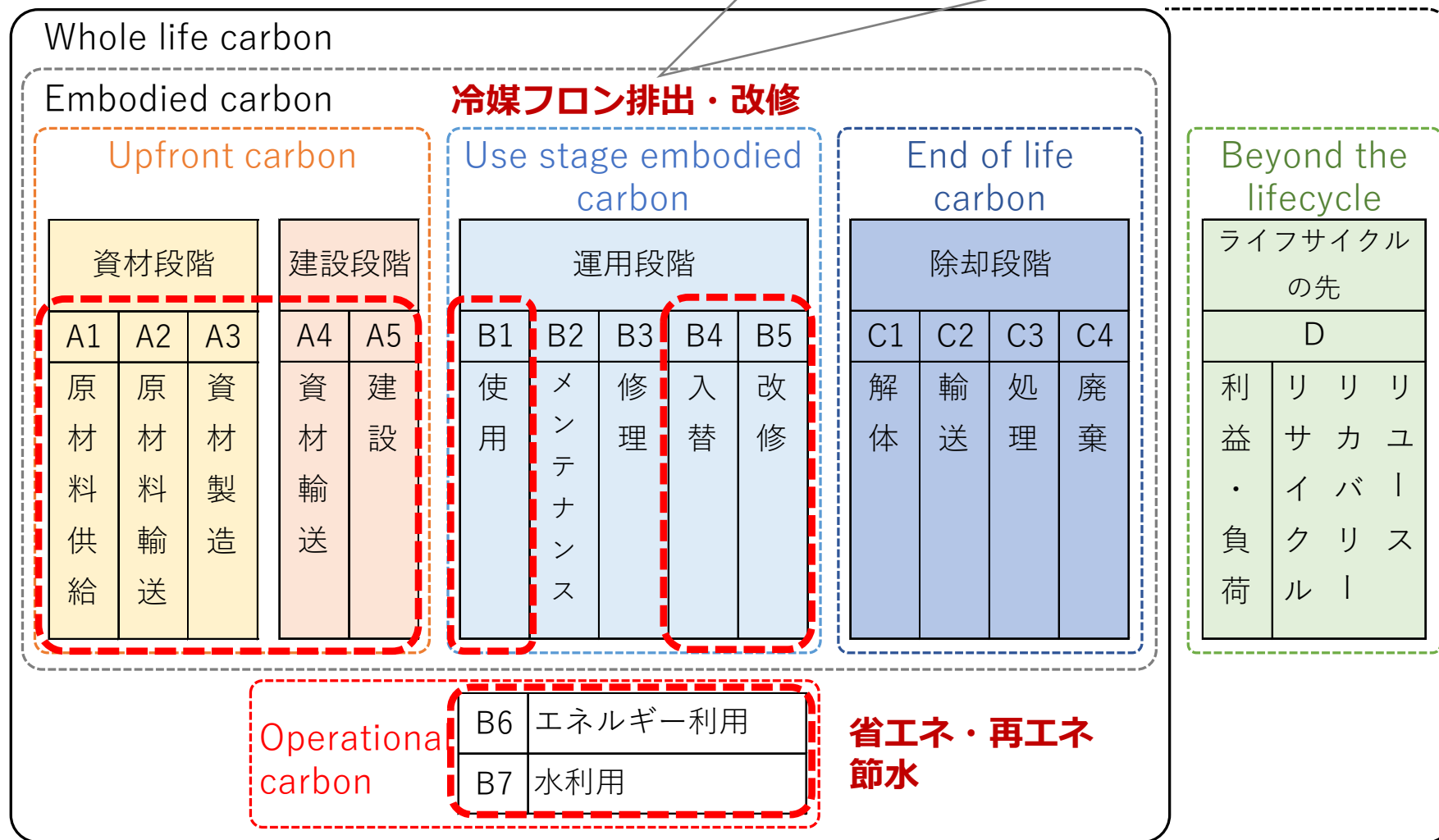
社会的な課題

- ✓ **人材**の確保と育成
- ✓ **法規制**による制約（外皮改修や機器設置に伴う床面積問題など）
- ✓ 日本の**商慣行**（貸方基準、設計者・施工者・管理者の責任など）
- ✓ 日本の**価値観**（新築と既存、I+J-バネットとN+I+J-バネット、BEIと実績値など）

建築分野におけるホールライフカーボンの概念と省エネ改修

2016年にキガリ改正が採択。先進国は代替フロンを2036年までに2011-2013年比85%削減
2025年度以降、GWP750以下の冷媒（R410a→R32）に制限され、段階的に指定製品化
マルチパッケージ形空気調和機は将来使用できなくなる可能性あり

新築



建築物のLCCO₂排出区分とフロン排出

出典：WGBC: Bringing embodied carbon upfront, 2019

ZEB改修 WEBプログラムと実績値

- ✓ 住宅・建築物は、新築に比べ既存ストックの床面積が大きく、**新築はZEB**になり床面積あたりのエネルギー消費量がかなり小さくなっていくので、CO₂排出量は**既存ストック**の割合が更に大きくなる

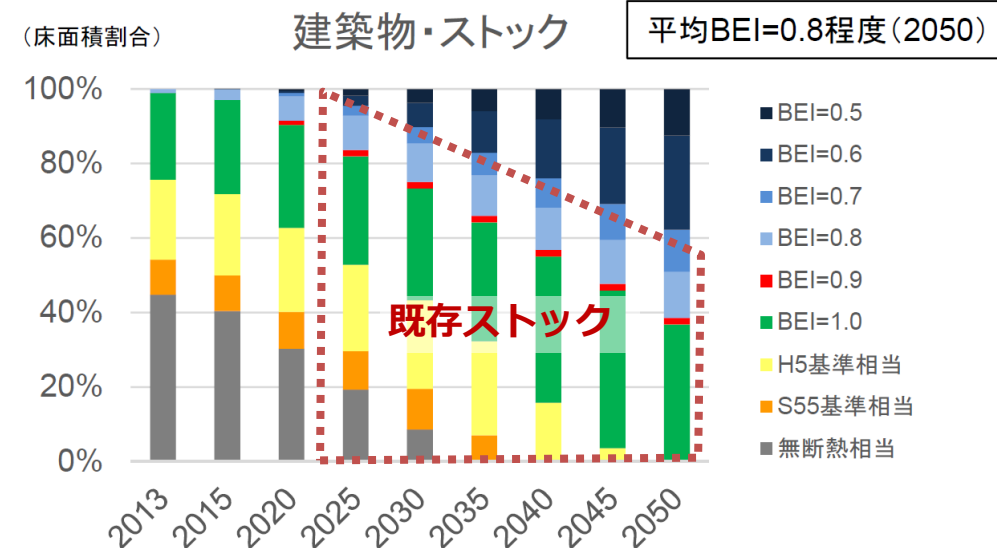
SHASE 空気調和・衛生工学会

- 仮想的な境界
- 任意の計算方法による設計値
- 実績値の評価
- 任意のレファレンス
- コンセント分は除外可能

国

- 建物全体、一部用途
- 省エネ計算BEIによる設計値のみ
- 未評価技術あり
- 平成28年省エネ基準
- 空調、換気、照明、給湯、昇降機のみ

ZEB定義の違い



出典：脱炭素社会に向けた住宅・建築物の省エネ対策等のあり方検討会
第5回 資料3 対策のスケジュールと省エネ量の算出について

- ✓ ZEB改修に積極的な民間企業や地方自治体を中心にWEBプログラムによる**既存（改修前）のBEI算出**、改修後のBEI算出を行い、ZEB改修に取り組んでいるが、**建物の実態に即した取り組み**が検討されていない場合もあるのが課題
- ✓ WEBプログラムの**運転時間等**は実績とは異なっており、**未評価技術**も多く、改修による削減効果と異なる
- ✓ ZEBのBELS認証を取得したい場合、改修後のBEI算出は必須になるが、**SHASEの評価方法**によるZEB改修評価も可能

WEBプログラムの計算ロジックと省エネ効果

機械換気設備

消費電力 = 電動機定格出力 ÷ 0.75

設計で検討すべきパラメータ
定数又は数式による算定

$$E_{V,i} = \frac{P_{V,fan, rated, i}}{\eta_m} \times f_{V, ctrl, i} \times \max_r(T_{V, i, r})$$

電動機定格出力
電動機効率 0.75
補正係数
最長の室の運転時間
高効率電動機 有: 0.95
インバータ 有: 0.6
送風量制御
CO濃度制御 0.6
温度制御 0.7

$$f_{V, ctrl, i} = f_{V, ctrl, motor, i} \times f_{V, ctrl, inverter, i} \times f_{V, ctrl, volume, i}$$

省エネルギー基準一次エネルギー消費量算定方法

省エネ計算の基準設定（事務所用途）

室用途名称	年間換気時間[h]	基準設定換気方式	換気回数[回/h]
更衣室又は倉庫	3,133	第三種	5
便所	3,133	第三種	15
喫煙室	3,133	第三種	30
厨房	2,000	第一種	50
屋内駐車場	3,500	第一種	11.1
機械室	8,760	第一種	5
電気室	8,760	第一種	10
湯沸室等	2,000	第三種	5
廃棄物保管場所等	2,000	第一種	15

照明設備

設計で検討すべきパラメータ
定数又は数式による算定

$$E_{L,r} = \sum_{i=1}^n (E_{L,r,i} \times n_{L,r,i} \times F_{L,r,i}) \times C_{L,r} \times T_{L,r}$$

器具1台当たりの消費電力
制御係数
室指数係数
年間点灯時間

$$F_{L,r,i} = F_{LC1,r,i} \times F_{LC2,r,i} \times F_{LC3,r,i} \times F_{LC4,r,i}$$

在室検知
明るさ検知
タイムスケジュール
初期照度補正
制御係数（制御無しは1）
全て適用時0.38

在室検知制御方式	係数
下限調光方式	0.95
点滅方式	0.70
減光方式	0.80
タイムスケジュール制御方式	係数
減光方式	0.95
点滅方式	0.90
初期照度補正制御方式	係数
タイマ・センサ方式(LED)	0.95
タイマ・センサ方式(蛍光灯)	0.85

明るさ検知制御方式	係数
調光方式	0.90
調光方式BL	0.85
調光方式W15	0.85
調光方式W15BL	0.78
調光方式W20	0.80
調光方式W20BL	0.70
調光方式W25	0.75
調光方式W25BL	0.63
点滅方式	0.80

$$K_{L,r} = \frac{L_r \times D_r}{H_{L,r} \times (L_r + D_r)}$$

天井高
間口
奥行

室指数	室指数係数
0.75未満	0.5
0.75以上0.95未満	0.6
0.95以上1.25未満	0.7
1.25以上1.75未満	0.8
1.75以上2.50未満	0.9
2.50以上	1

省エネルギー基準一次エネルギー消費量算定方法

WEBプログラムにおける未評価技術 空気調和・衛生工学会

1. CO₂濃度による外気量制御
2. 自然換気システム
3. 空調ポンプ制御の高度化（VWV、適正容量分割、末端差圧制御、送水圧力設定制御等）
4. 空調ファン制御の高度化（VAV、適正容量分割等）
5. 冷却塔ファン・インバータ制御
6. 照明のゾーニング制御
7. フリークーリング
8. デシカント空調システム
9. クール・ヒートトレンチシステム
10. ハイブリッド給湯システム等
11. 地中熱利用の高度化（給湯ヒートポンプ、オープンループ方式、地中熱直接利用等）
12. コージェネレーション設備の高度化（吸収式冷凍機への蒸気利用、燃料電池、エネルギーの面的利用等）
13. 自然採光システム
14. 超高効率変圧器
15. 熱回収ヒートポンプ
16. バイオマスエネルギー利用システム
17. 下水熱等利用システム
18. 太陽熱利用の高度化（太陽熱の空調利用、空調・給湯併用等）
19. AI制御等による省エネシステム
20. 高効率厨房換気システム
21. デマンドレスポンス（DR）
22. 水素製造・貯蔵・利用システム
23. 瞬間加温式自動水栓

2025年2月4日に追加

省エネ・再エネの基本的な考え方

設計・建設段階

負荷の抑制

- 外皮負荷抑制：外部日射遮蔽、高断熱化、高性能ガラス 等
- 外気負荷抑制：隙間風対策、外気量制御 等
- 内部負荷抑制：高効率照明、照明制御 等

自然エネルギー利用

- パッシブ利用：自然採光、自然換気、ソーラーチムニー、ナイトパージ 等
- アクティブ利用：外気冷房、地中熱ヒートポンプ、フリークーリング、クールチューブ 等

設備システムの高効率化

- 高効率システム：潜熱・顕熱分離空調システム、放射冷暖房システム 等
- 高効率機器：高効率熱源機器、高効率空調機器、高効率モータ、高効率照明器具、高効率変圧器 等
- 省エネ制御：台数制御、発停制御、変流量制御、変風量制御、照明制御 等
- 排熱回収：全熱交換器、熱回収ヒートポンプ、デシカント空調 等

再生可能エネルギー

- 太陽光発電、太陽熱利用、風力発電 等

運用段階

運用の高効率化

- コミッショニング：エネルギー消費特性の把握、フォールトの発見、改善点の抽出、省エネ効果の検証 等
- チューニング：使い勝手・負荷特性の把握、問題点の改善、設定値の適正化、運転時間の適正化、非使用時の電源停止 等

利用者の協力

- 環境条件の緩和：室内温度の緩和（クールビズ・ウォームビズ）、照度の緩和 等
- 運転時間の短縮：営業時間・残業時間の短縮、不使用室の設備停止、残業時間の設備停止 等
- 自然との共生：自然換気の優先利用、自然採光時の照明消灯、ブラインドの適正運用 等
- 待機電力の削減：オフィス機器の電源停止、パソコン電源設定の省電力化 等
- 高効率オフィス機器：グリーン購入法適合商品 等

省エネ・再エネは何をやればいいのか

- ✓ 設備の耐用年数は概ね15～25年であり、設備の改修工事は**15～25年に1回のチャンス**でこれを逃すのはもったいない
- ✓ **省エネ運用**による省エネ効果も大きいと多数報告されているが、省エネ改修はそれを遙かに上回る省エネ効果が期待できる
- ✓ **トップレベル事業所認定ガイドライン**に省エネ改修と省エネ運用の取り組みのヒントがある

総量削減義務と排出量取引制度における
優良特定地球温暖化対策事業所の認定ガイドライン

(第一区分事業所)

(第四計画期間版)

2024 (令和6) 年4月

東京都環境局

省エネ改修・省エネ運用のポイント

a. 高効率機器・高効率システム・省エネ制御・高性能外皮の導入

- ✓ 機器の高効率化：確実に省エネになるため、できるだけ**効率の高いもの**を選択する
- ✓ 高効率システム：確実に**省エネになるものとならないもの**が混在するが省エネ効果は大きい
- ✓ 省エネ制御：定速運転の場合は**インバータ**による比例制御は省エネ効果が大きい
- ✓ 高性能外皮：窓の高性能化（日射遮蔽と断熱）は省エネだけでなく**室内環境向上や結露防止**等の効果も大きい

b. 設備容量の適正化・コンパクト化

- ✓ 各室の最大値の積上げに余裕を見込み、設計図ではさらに過大な数値を記入しているのが現状なので、できるだけ無駄のないように**コンパクトな設備容量**にすると省エネ性能も高くなる ⇒ **イニシャルコストも低減可能**

c. 設備稼働時間の最小化

- ✓ **使用時間帯が異なる室**の空調ソーニングを分ける
- ✓ 引き渡したままの状態を使い続けたり、十分に**調整された設定になっていないことが多い**

d. 相互の相性を考慮する

- ✓ 高効率システム・省エネ制御に**相互の相性が良くないものがある**ため、相互の相性を考慮して導入する

e. 使用方法を想定したシステム設計と各種設定値の決定

- ✓ 使用方法と合っていない場合、**各種設定値**が正しくない場合、省エネ効果が発揮できない
- ✓ 設計段階で**竣工後の使用方法**を想定しておくことが重要
- ✓ インバータ周波数・圧力などの**下限設定値が高過ぎる**事例が多いため、必ず確認すべき

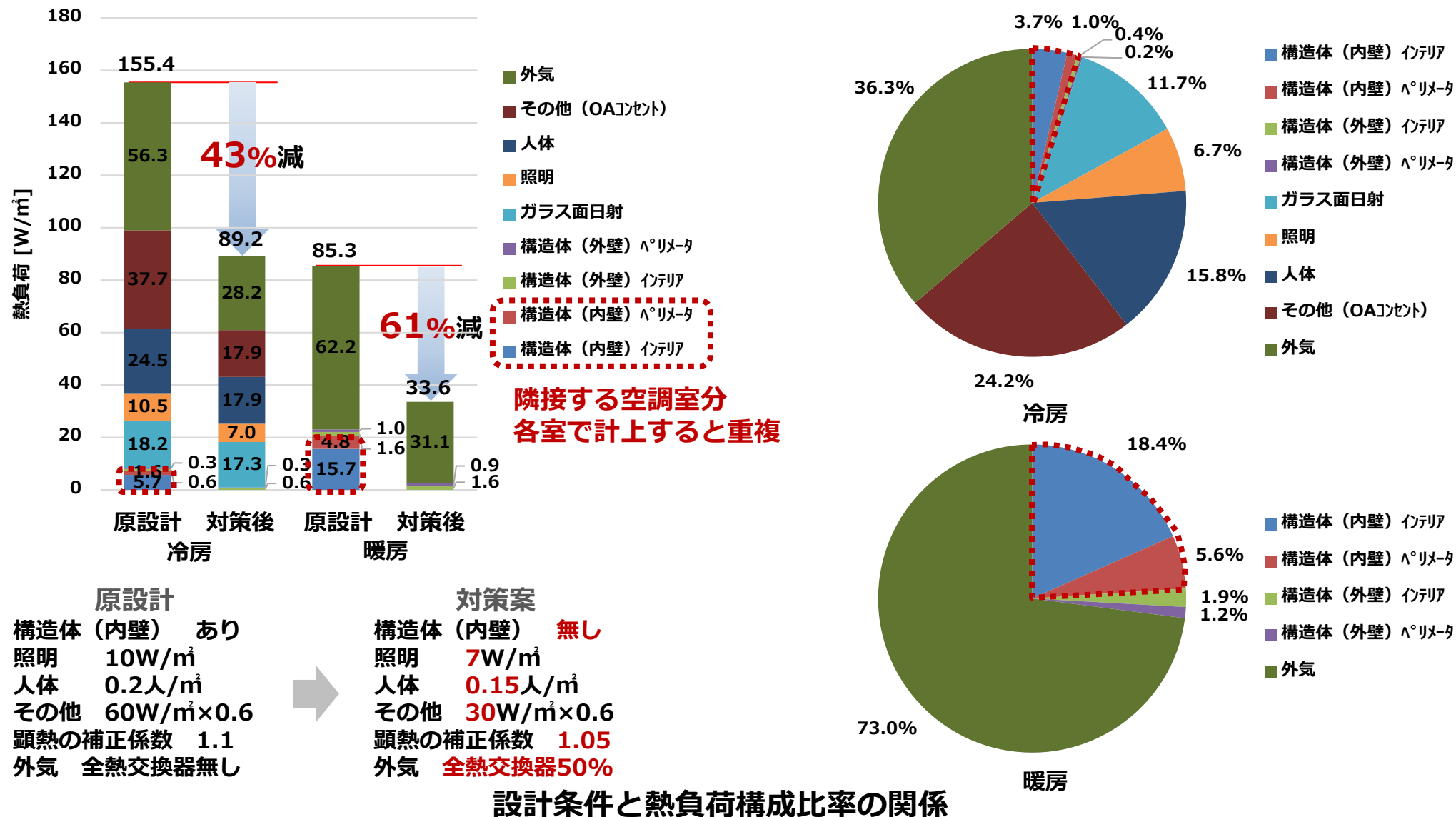
設備容量の適正化・コンパクト化

- ✓ 空調設計は以下の理由で設備容量が**過大になりやすい**
 1. 室の最大負荷の**単純積み上げ**
 2. 過大な**設計条件**とさまざまな種類の**余裕係数等**
 3. 隣接する空調室を**非空調室**として計算
 4. 複数メーカー品を満たすための**設計値表現**
- ✓ インバータ制御は下限値までしか絞れないので、**設備容量が大きいと下限値も大きくなり**、いつも下限値に張り付いた運転となる
- ✓ 利用人員や使用用途が概ね決まっている場合、**熱源機器や外調機※の集約化**は同時使用率が小さくなるので、設備容量のコンパクト化がしやすい

※ 換気量は小さくし過ぎると**法律等に抵触**する可能性があるので注意

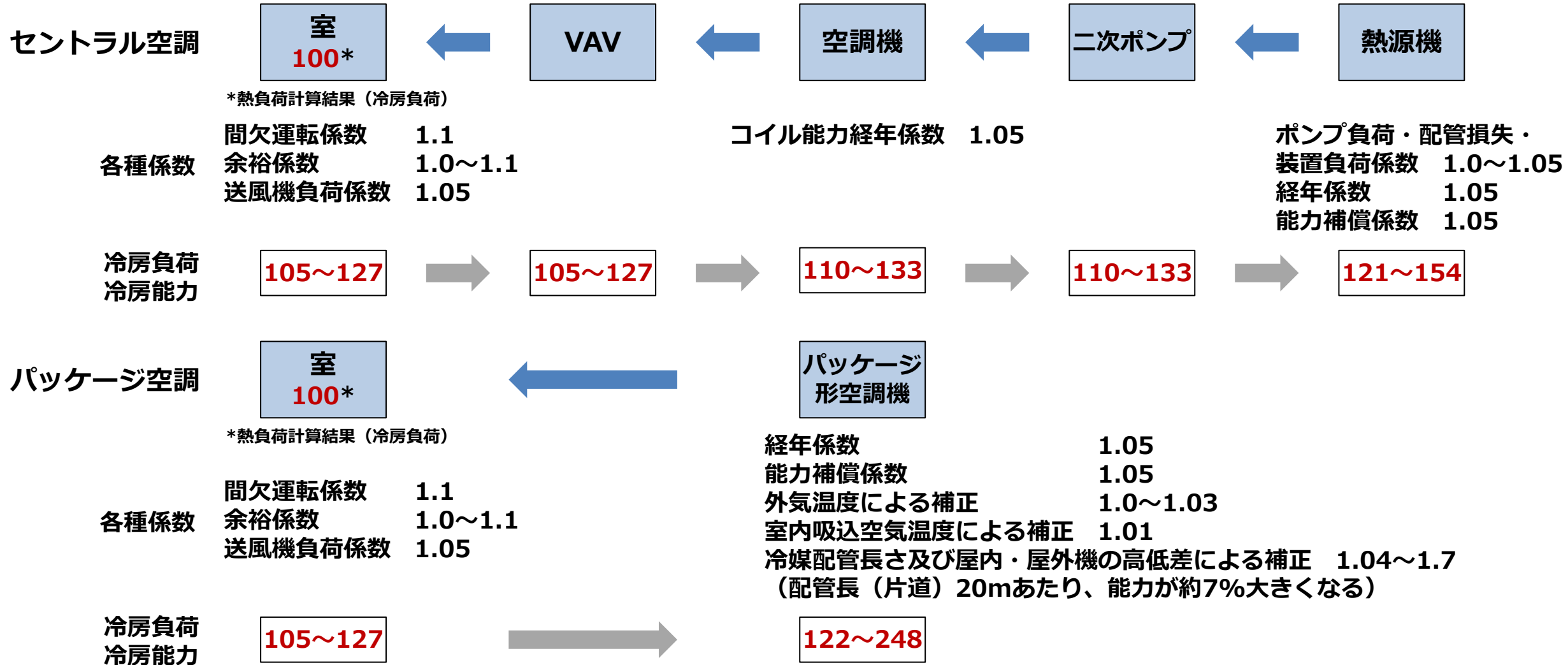
設計条件の見直しの重要性

- ✓ 設計者によって、**熱負荷計算の時点で大きな差が生じており、特に設計条件（照明、コンセント）、外気**が重要、過大な設計条件はオーナーやテナントも巻き込んで適正化していく



空調設備容量算定方法の見直しの重要性

- ✓ 設計者によって、同じ室負荷でも**空調設備容量は大きな差**が生じており、**熱負荷のダブルカウントの回避**、**同時使用率を含む各種係数の設定が重要**



標準的な設計計算方法による熱負荷計算と空調設備容量算定の関係

省エネ改修フローと省エネポテンシャル調査のイメージ

改修前の省エネポテンシャル調査

統合的設計による改修の実施

改修後のコミッショニング

省エネポテンシャル調査のイメージ

現状把握

- ✓ 現状の**省エネ性能**の調査
(BEIではなく、建物外皮・建築設備の省エネ技術の有無や機器効率等)
- ✓ 建物・設備の**使用状況**の調査
- ✓ 運転**実績データ**の分析・検証
(建物全体・エネルギー消費先別のエネルギー消費量、システム効率等)

統合的設計 による改修 案の検討

- ✓ 改修前の**使用状況・エネルギー実績**を考慮した改修内容の検討
- ✓ 省エネ・快適性・BCPも考慮した最適な**システムへの転換**
- ✓ **設計条件**の見直しによる**設備容量**の適正化・コンパクト化
- ✓ 機器更新等による**外皮性能・設備性能**の向上
- ✓ **相互の相性**を考慮した省エネ技術の導入
- ✓ 計画的な段階工事計画の検討