



木造とZEBによる次世代都市型コンパクトオフィス



熊谷組

淵崎礼奈

目次

1. 熊谷組の会社概要
2. 自己紹介
3. 木造とZEBによる次世代都市型コンパクトオフィス
～熊谷組福井本店における取組～
建築を取り巻く環境
計画概要
運用報告
4. LCA・LCCO2の算定（ホールライフカーボン）

会社概要



- ・社名 : 株式会社 熊谷組(くまがいくみ)
- ・創業 : 1898年1月(創業126年)
- ・本社 : 東京都新宿区津久戸町2-1
- ・代表者 : 代表取締役 上田 真
- ・資本金 : 301億円 (2024年3月31日現在)
- ・従業員数 : 単体 2,635名 (2024年3月31日現在)

会社概要



〈会社事業内容 及び 会社近況〉

創業126年の総合建設会社。

ダム・トンネル・長大橋等の大型**土木工事**、超高層ビルに代表される**建築工事**を数多く手がけている。

『**高める、つくる、そして、支える。**』をビジョンスローガンとし、自然や環境に配慮し、お客様に喜んでいただけるものづくりを続けている。

また、災害対応やインフラ更新、再生可能エネルギー等の循環型社会、生産性・安全性向上に対応した技術開発にも注力している。

社会から求められる建設サービス業の担い手として、いつの時代も社会課題と真摯に向き合い、時代を超えてお客様と社会を支えていく。

木造とZEBによる次世代都市型コンパクトオフィス

◆ 建築を取り巻く環境

建築と環境

- SDGsは2030年までに持続可能でより良い世界を目指す国際目標であり、無視する事が出来ない

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

世界を変えるための17の目標



建築と環境

- カーボンニュートラル(脱炭素)・グリーン社会に向けたZEB政策(経済産業省・国土交通省)

政策	内容
2010年6月 第3次エネルギー基本計画 2014年4月 第4次エネルギー基本計画 2018年7月 第5次エネルギー基本計画	ビル等の建築物については、2020年までに新築公共建築物等でZEBを実現し、2030年までに新築建築物の平均でZEBを実現することを目指す
2020年10月 菅内閣総理大臣(当時)所信表明演説	2050年のカーボンニュートラルの実現を目指すことを宣言
2020年12月 「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」	ZEBの普及目標が設定されている
2021年10月 第6次エネルギー基本計画	2050年に住宅・建築物のストック平均でZEH・ZEB基準の水準の省エネルギー性能が確保されていることを目指す

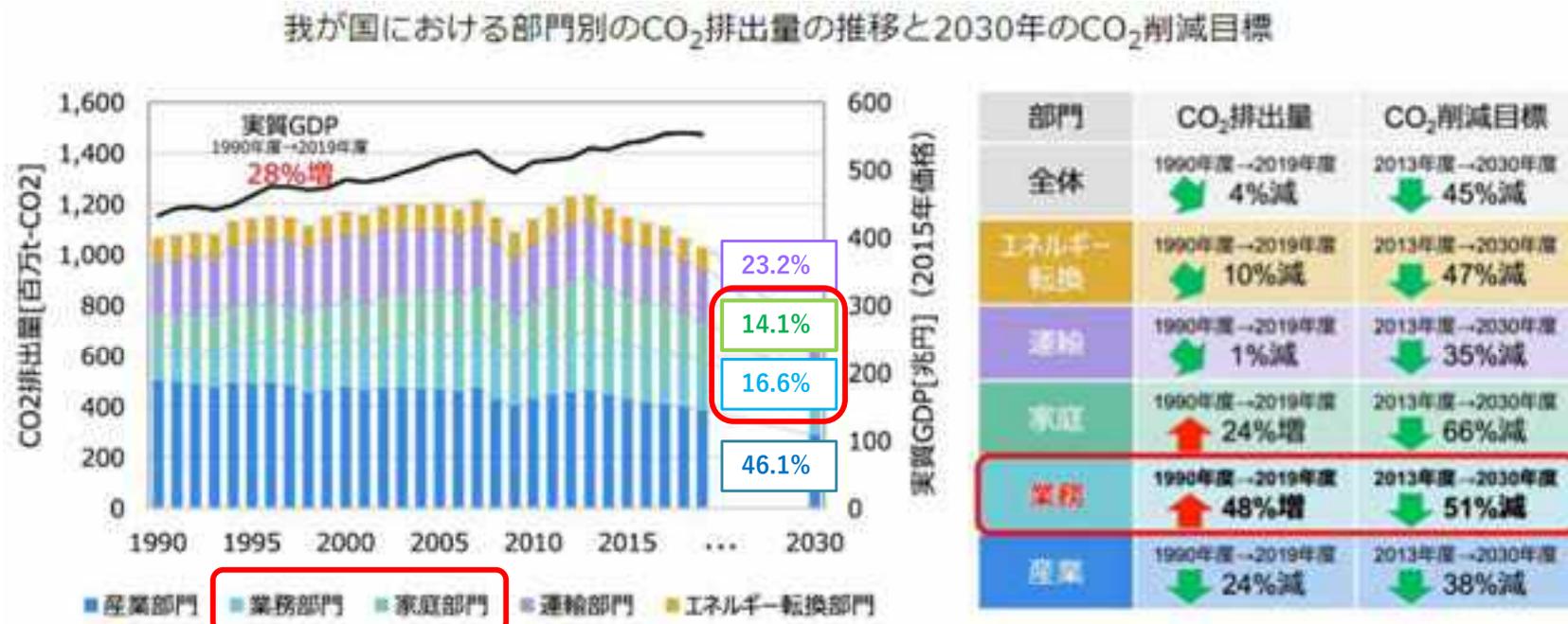
カーボンニュートラルな社会に寄与するZEBの提唱・推進は2010年から

建築と環境

業務・家庭部門すなわち民生部門は最終エネルギー消費の3割を占め、CO₂排出量も多い。
徹底的な省エネルギーの推進が喫緊の課題である。

エネルギー消費 → 温室効果ガス(GHG)排出

GHG : CO₂、CH₄、N₂O、SF₆、NF₃… …



出所) 国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィス、日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」のデータを基に作成

木造とZEBによる次世代都市型コンパクトオフィス
～熊谷組福井本店における取組～

◆ 計画概要

計画経緯

1898（明治31）年、**福井で創業**した当社は、1938（昭和13）年に福井の地に株式会社熊谷組を設立。その後、1964年（昭和39）年に本社機能を東京に移してからも、半世紀以上に亘り**創業地である福井を本店**としてきました。

旧本店建物が老朽化していたことから、2018（平成30）年に解体しました。

本計画は、2019年に完成した宿布発電所跡公園の整備事業と一体となす、当社創業120周年にともなう創業地整備事業の一環です。

※本店とは登記に必要な事業所を示す所在地



旧本店ビル
(1972～2018年)



宿布発電所跡公園
※当社初の請負工事（発電所稼働：1899～1956年）

熊谷組福井本店

項目	概要
所在地	福井県福井市中央2丁目6-8
敷地面積	565.51㎡
建築面積	299.35㎡
延床面積	1,190.85㎡
構造	鉄骨造+木造 地上4階 耐火建築(1時間)
工期	2020年9月~2021年7月
用途	1階: エントランスホール、会議室 2階: 展示室、打合せコーナー 3階: 事務室 4階: 事務室
省エネ性能	BEI: 0.17 (太陽光発電除く0.39) Nearly ZEB BPI: 0.63
補助金	環境省 ZEB 実現に向けた先進的省エネルギー建築物実証事業



コンセプト

熊谷組の『歴史』と『未来』を具現化する、起業の地にふさわしい建物とする 都市型コンパクトオフィス

建築・構造

- オリジナル耐火木材による木造耐火建築の実現
- 中高層木造建築を見据えたハイブリッド構造
- ファサードエンジニアリングと地域特性を活かす建築構造設備の融合

②職場環境

- 働き方改革を見据えた健康志向型オフィス（ウェルネスオフィス）
- 木のぬくもりや空調等により室内の快適性を提供
- 熊谷組のルーツ、未来を考える建物「熊谷組歴史記念室」

③地球環境

- 省エネルギー手法によるZEB（Net Zero Water Building）
- 木化建築を促しカーボンニュートラルを実践
- SDGsで重要な水資源の有効利用を図るZWB（Net Zero Water Building）の取組み

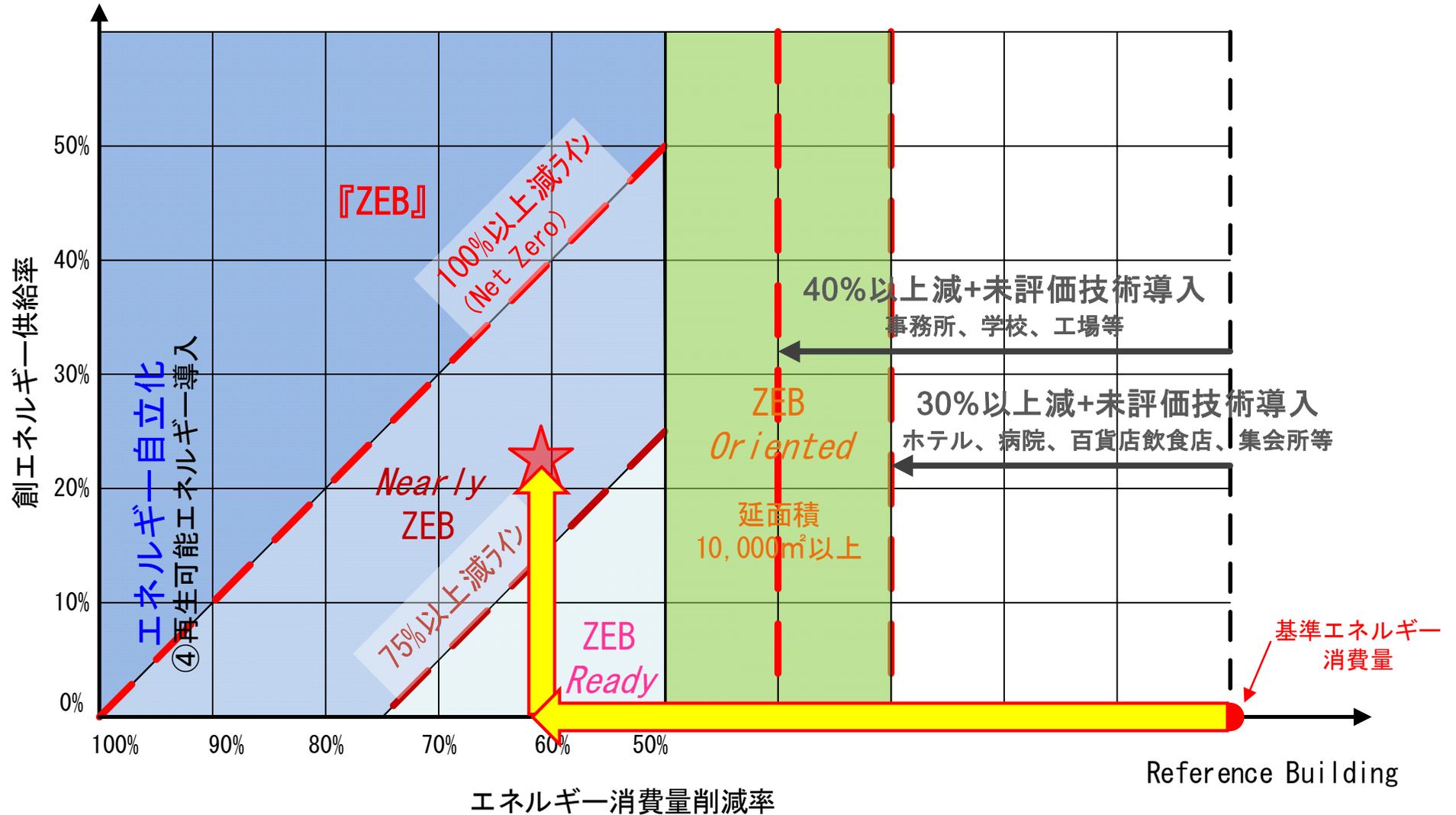
環境配慮技術

区分	項目	要素技術
建築	材料	鉄骨造(電炉材)、木造(認定材：断熱耐火木材 λ-WOOD®)、外壁(CLT)
	内装	木質系仕上げ、伝統文化の継承（越前和紙）
	開口部	高遮熱断熱Low-Eペアガラス、自然換気
	採光	ライトシェルフ（南面） ※反射光を室内に照射する昼光利用以外に両面発電PVの裏面での発電も考慮
	日射遮蔽	バルコニー、ルーバー、壁面緑化
	外皮断熱	断熱強化（CLT材+断熱材）
	緑化	樹木の自生種、壁面緑化、室内緑化（Biophilia:バイオ [生命・自然] + フィリア [愛好・趣味]）
	外構	石積（熊谷組の歴史:宿布発電所）、雨水浸透舗装・浸透枡（雨水を本管に放流させない）
	昇降機	VVVF、回生電力、ギアレス
空調換気	熱源機器	高効率空気熱源ヒートポンプ / 大温度差変流量・固定流量温度差・配管保有水利用変流量制御 / 送水温度可変制御 / 夏期散水制御
	空調	潜顕分離空調機 / ウォーミングアップ / 外気冷房 / 変風量 / 大温度差FCU（DCEーター） / 床吹出放射空調 / パーソナルFAN
	換気	全熱交換器 / DCEーター / カスケード換気（排気二次利用）
照明	高効率照明	LED / 部分点灯 / 人感センサー / 昼光制御 / タスク&アンビエント / 光害抑制 / 警備連動消灯
再エネ	太陽光発電	屋上：傾斜角20度 23.4kW、南壁面：傾斜角70度 2.7kW（両面発電：ライトシェルフによる裏面発電）、合計定格発電：26.1kW、蓄電池：11.2kWh（停電時特定負荷へ供給）
給排水	雨水利用	雨水貯留量 約16m ³ （ZWB：Net Zero Water Building化） トイレ洗浄水、灌水 / 雨水浸透処理
	節水器具	超節水器具
その他		BEMS（データ保存、監視点数約500Point）、BCP、LCP（非常時排水槽、蓄電池）、環境認証

赤字：WEBプログラム反映

ZEB区分

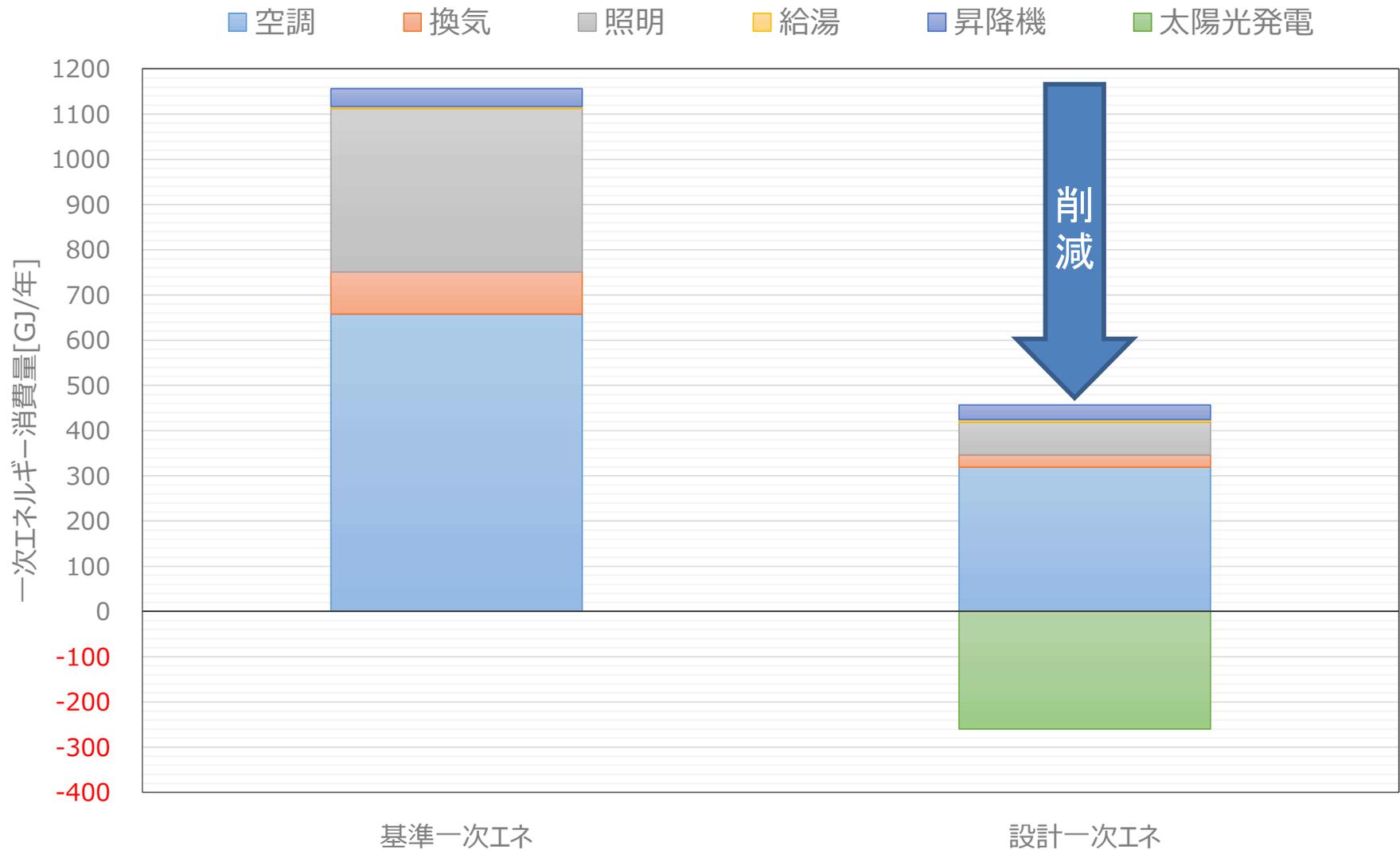
Nearly ZEB 基準ビルに対して83%の省エネ(消費エネルギー61%削減+創エネルギー22%)



基準エネルギー消費量…過去（H20年代）の省エネルギー届出による建物仕様により国交省が設定

一次エネルギー消費量

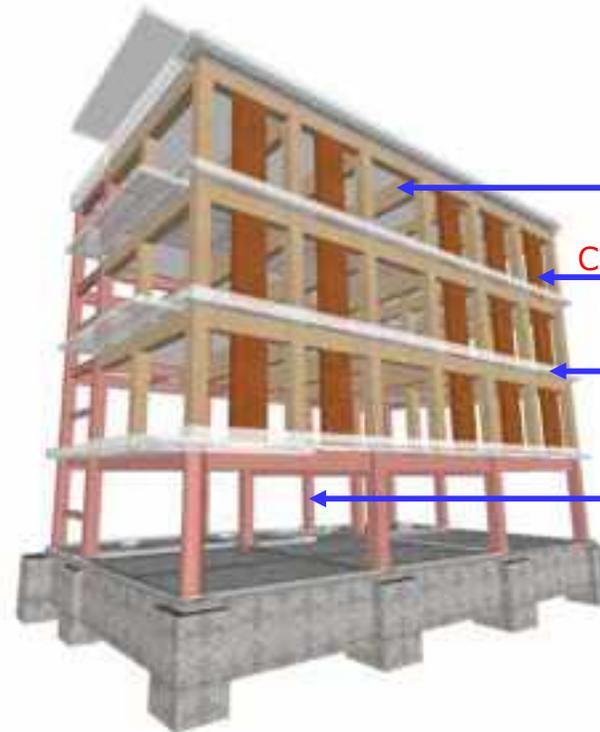
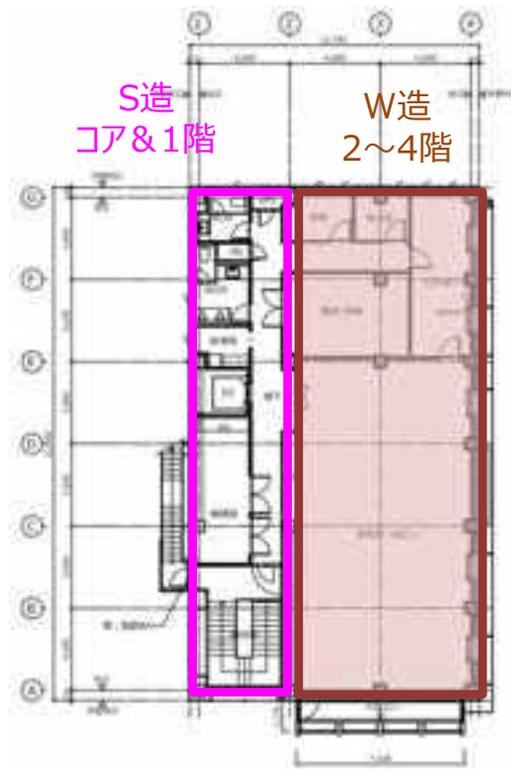
Nearly ZEB 基準ビルに対して83%の省エネ



事務所の場合は空調のエネルギー削減が必須

鉄と木のハイブリッド構造

炭素の固定量を見込むことができる木材を利用して、カーボンニュートラルに向けた木造建築を実践



8mスパンの大断面集成材梁

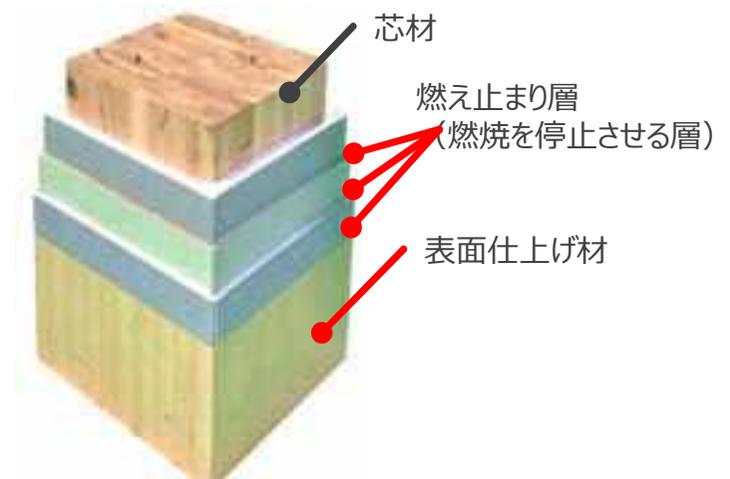
CLT (Cross Laminated Timber) 耐震壁

コンクリート庇 (上下階延焼防止)

S造コアによる耐震性能確保



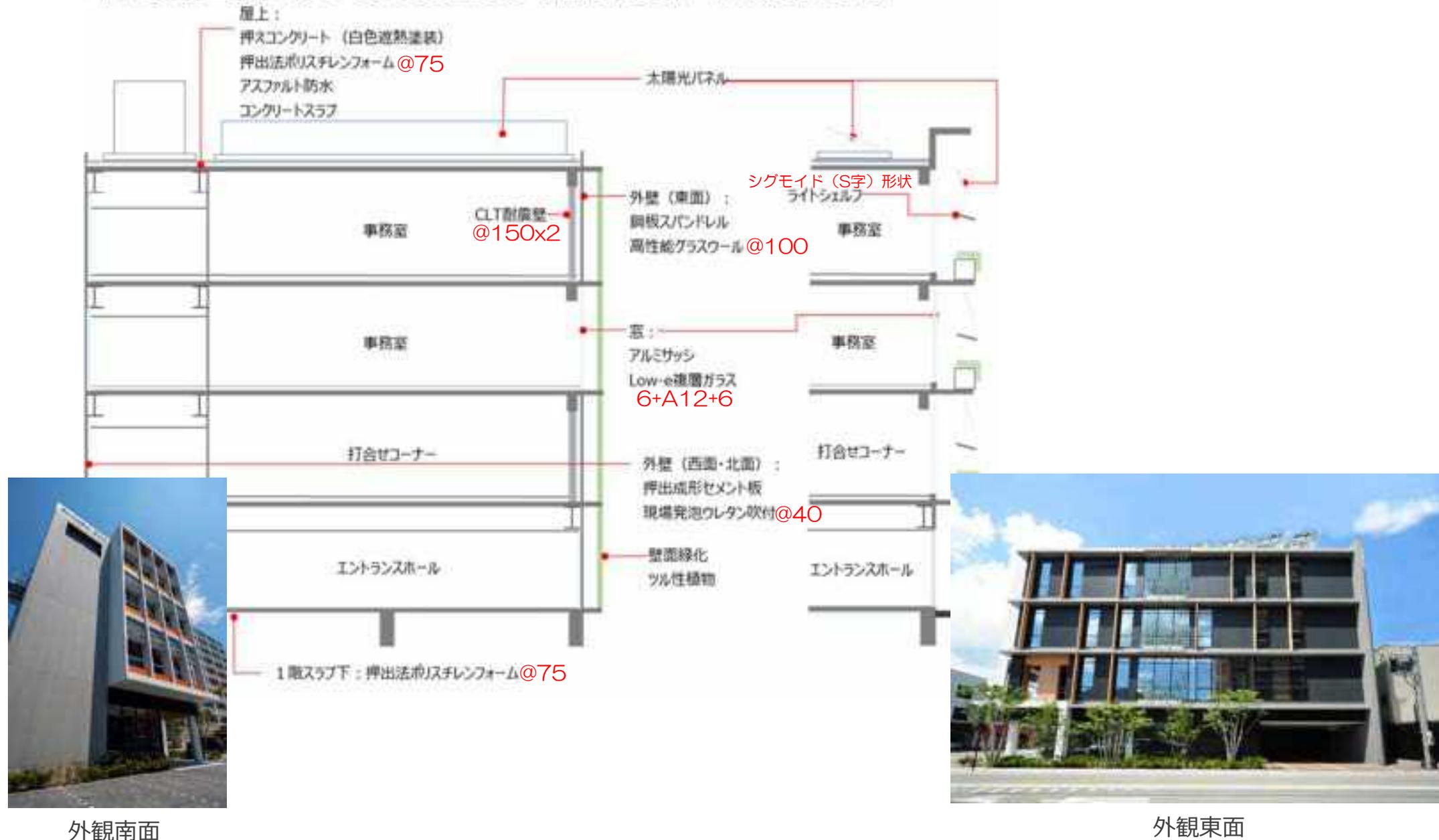
CLT (Cross Laminated Timber) 耐震壁



断熱耐火λ-WOOD®

必要なエネルギーを減らす外皮～パッシブデザイン～

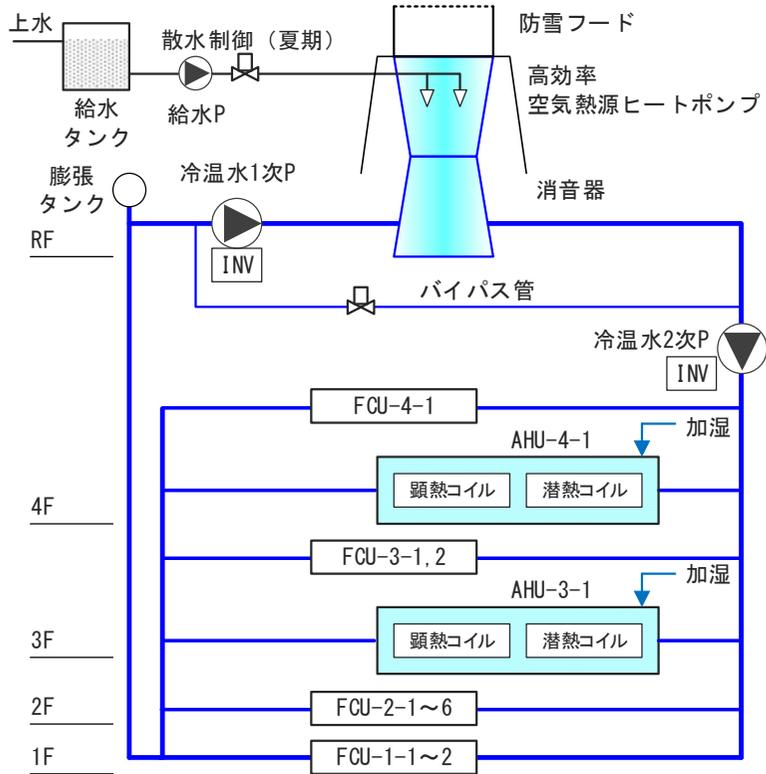
- 主要室が東面と南面に面しているので躯体負荷が大きい
- オフィスとして昼光・眺望・リフレッシュなど考慮したウェルネス環境にしたい



外観南面

外観東面

省エネ・快適を提供する空調



熱源：高効率空気熱源ヒートポンプ

省エネに向けて：部分負荷への追従と搬送動力の低減
課題：屋上の設備スペース

①配管口径UP

- ・摩擦損失の低減→冷温水ポンプ動力ダウン
- ・保有水量確保→ヘッダー & クッションタンクレスの省スペース

②負荷による制御（1 & 2次P連動INV）

- ・大温度差固定変流量制御→搬送動力低減
- ・温度差可変固定流量制御
- ・温度差固定変流量制御(熱源OFF・保有水量で負荷処理)

③盛夏時に熱源機器への散水によるCOP向上

条件：外気温度／HP負荷率／スケジュール設定

④大温度差空調機

- ・潜顕分離空調機
- ・大温度差FCU（DCモーター搭載）

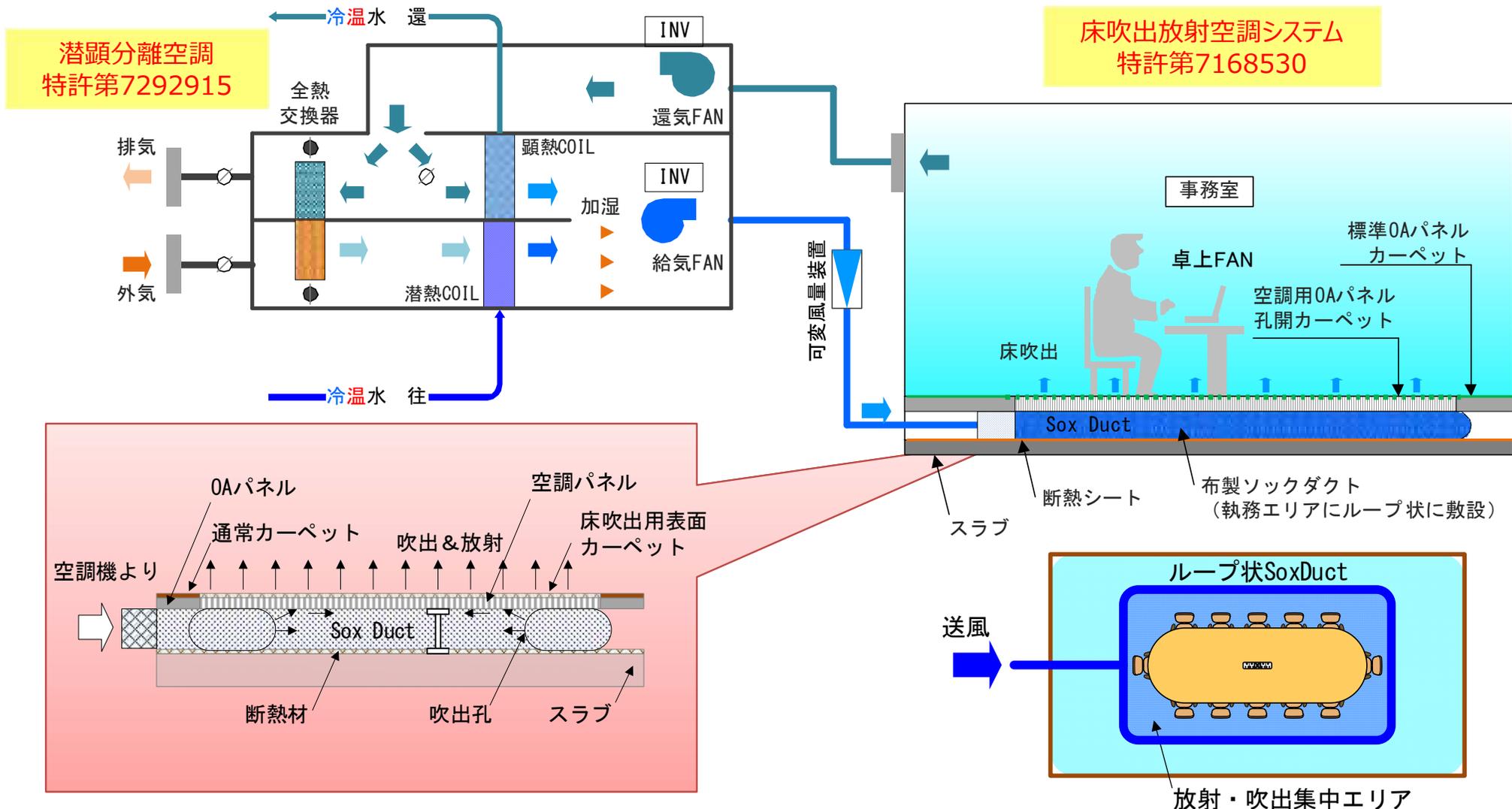
⑤送水温度可変制御

空調機コイルの出入口露点温度（夏期）・温度（冬期）により熱源送水温度を補正



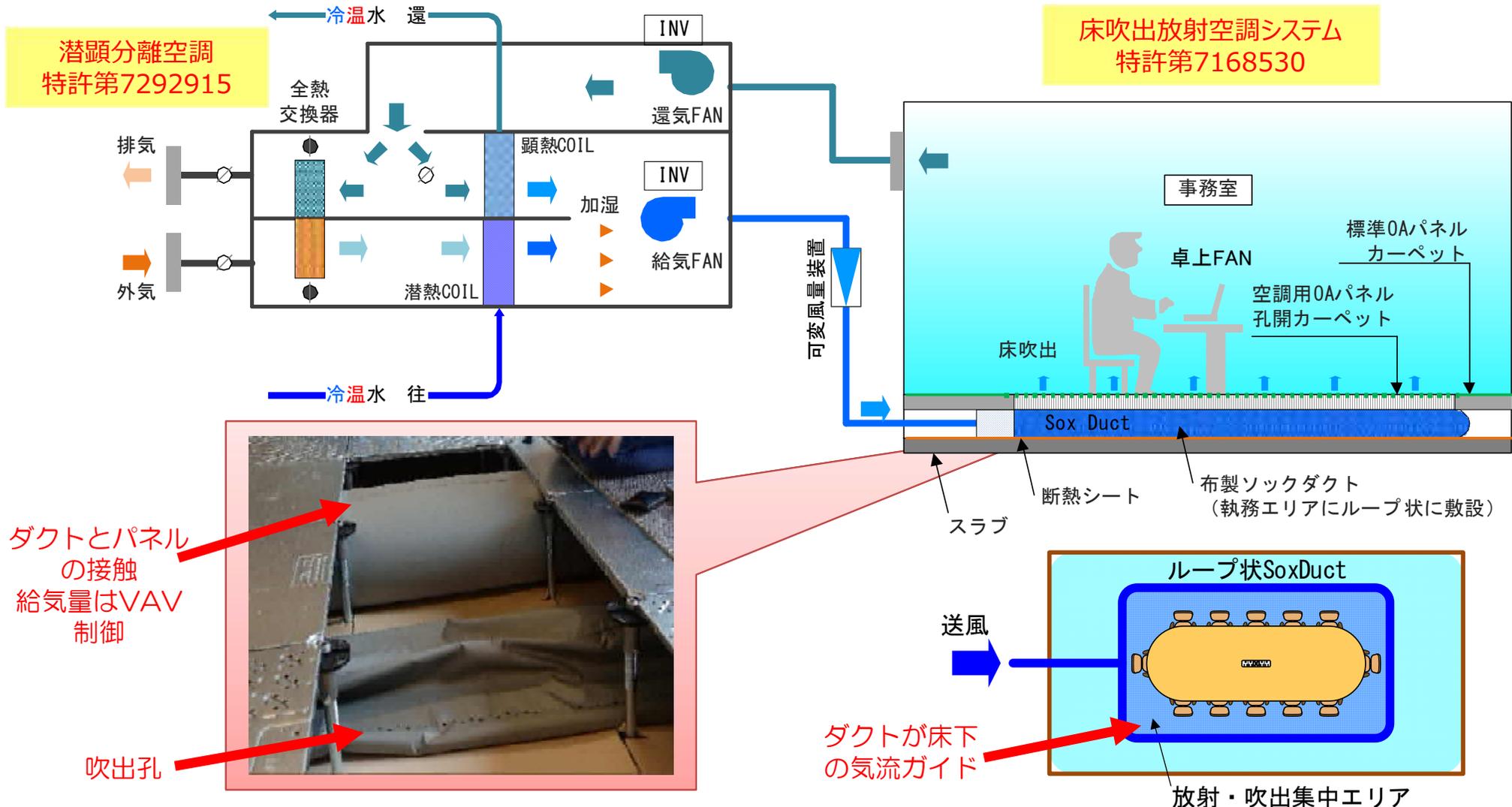
省エネ・快適を提供する空調～アクティブデザイン～

- 事務室の空調機は、潜熱と顕熱を分け熱交換を行い湿度も制御する潜顕分離空調機。
- 冷温水の大温度差を確保し搬送動力のミニマム化を図る。
- OAパネル床下に布製ソックダクトをループ状に敷き、施工性・更新性を高める。
- OAパネルへ接触させ伝熱による放射効果と微風速吹出によりドラフト感のない快適な室内環境を形成。



省エネ・快適を提供する空調～アクティブデザイン～

- 事務室の空調機は、潜熱と顕熱を分け熱交換を行い湿度も制御する潜顕分離空調機。
- 冷温水の大温度差を確保し搬送動力のミニマム化を図る。
- OAパネル床下に布製ソックダクトをループ状に敷き、施工性・更新性を高める。
- OAパネルへ接触させ伝熱による放射効果と微風速吹出によりドラフト感のない快適な室内環境を形成。



省エネ・快適を提供する空調～アクティブデザイン～

床吹出放射空調システム
特許第7168530

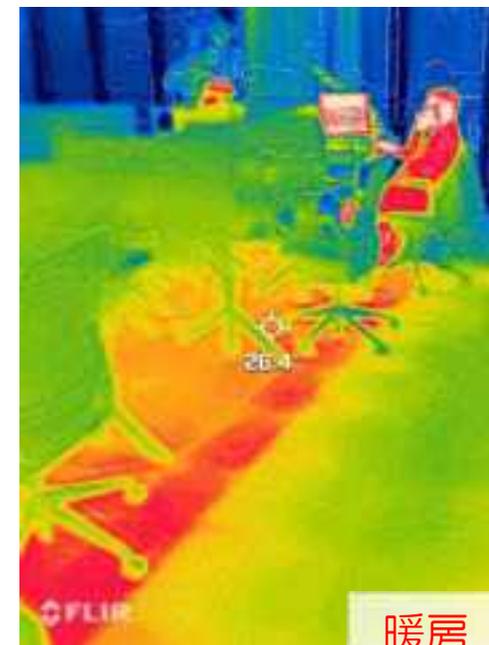


通気性のある床パネル



冷房

執務エリアを中心に微風速と面的な放射環境を形成



暖房

床吹出放射空調効果

- ① 床面より微風速(面風速約0.015m/s)の空調空気が一方方向吹出で室内をかき乱さない。
- ② 微風速の為埃が舞い上がりやすく、空調機で処理された空気は居住域に最短距離で供給され衛生的。
- ③ 冬期が厳しい地域特性を考慮して頭寒足熱の効果

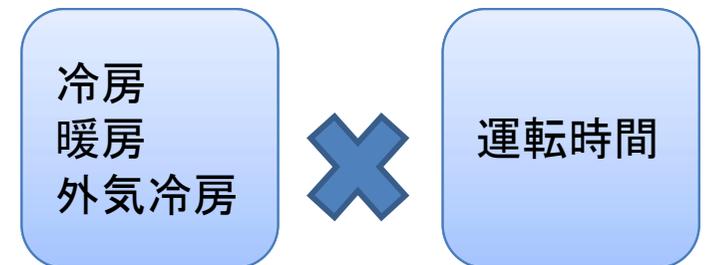
省エネ・快適を提供する空調～アクティブデザイン～

- 省エネに向けた運転に対応するべく運転モードを設定（潜顕分離空調機）

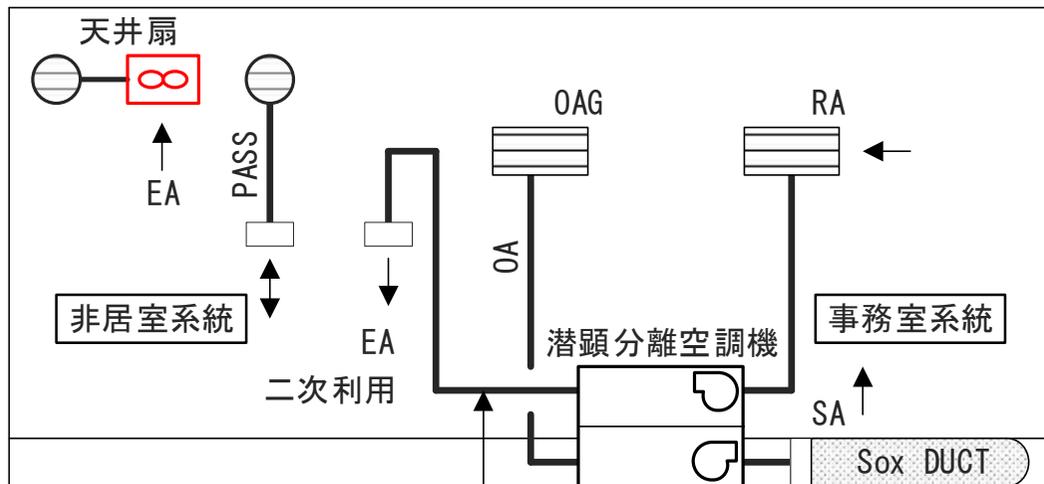
空調機 運転モード		時期	運転概要	
モード1	停止			
モード2	ウォーミングアップ (24時間換気)	夏期／冬期	冷房・暖房立ち上がり時(始業時)は在室人員が少ないことから、必要外気導入量を最低限である24時間換気風量に抑えて、目標室温に到達させる時間の短縮化を図る運転。	
モード3	通常空調	冷房時	夏期	目標室内条件(26℃、60%)になるように冷房運転(除湿と冷却)を実施。
モード4		暖房時	冬期	目標室内条件(22℃、40%)になるように暖房運転(加温と加湿)を実施。
モード5	外気冷房・ナイトパーズ (最低外気量:人員換気)	夏期	外気冷房:冷房期にて外気にて冷房が可能な場合に実施。 ナイトパーズ:冷房期明け方(日の出前)の外気で冷却効果がある場合に実施。	
モード6	24時間換気	通年	24時間換気対応として、主として夜間の運転。	
モード7	2種換気	中間期	中間期など窓を開けて過ごしたいとき、室内を正圧にする換気制御(換気のみ)。	
モード8	3種換気	中間期	中間期など窓を開けて過ごしたいとき、室内を負圧にする換気制御(換気のみ)。	

外気	曜日	予冷熱	室内
<ul style="list-style-type: none"> ・厳冬期 ・冬期 ・中間期 ・盛夏期 ・夏期 	<ul style="list-style-type: none"> ・休日明け ・平日 	<ul style="list-style-type: none"> ・有り ・無し 	<ul style="list-style-type: none"> ・温度 ・湿度 ・CO2

外気条件、曜日に応じて運転モード、運転時間を設定

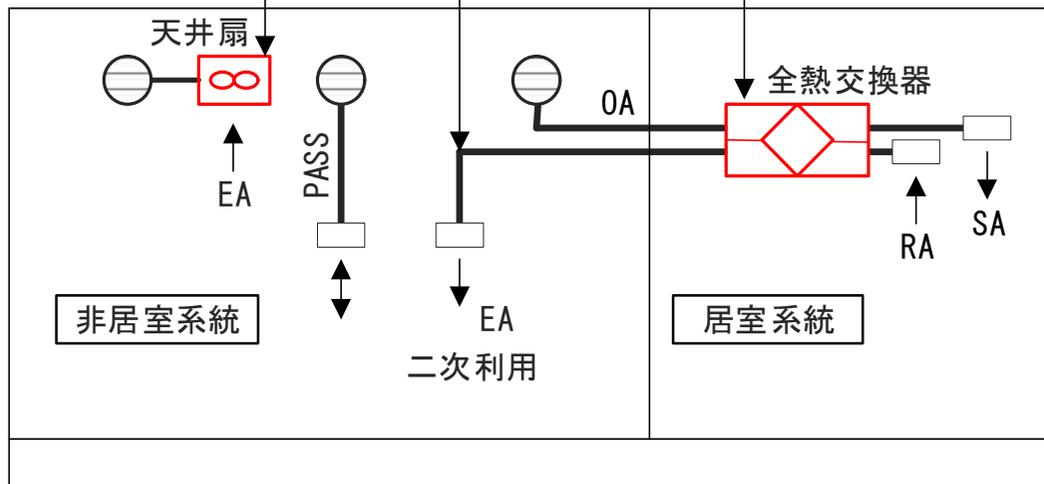


省エネ・快適を提供する空調～アクティブデザイン～



排気のカスケード利用
による外気負荷低減

DCモーター仕様



換気フローは空調機・全熱交換器のEAをWC等の給気に利用するカスケード換気。

換気風量は建築基準法のほか、ASHRAE62.1基準による換気効率、非居室換気量にも考慮。

- ①全熱交換器 → 効率約70%
- ②DCモーター採用による消費電力削減
- ③排気の二次利用

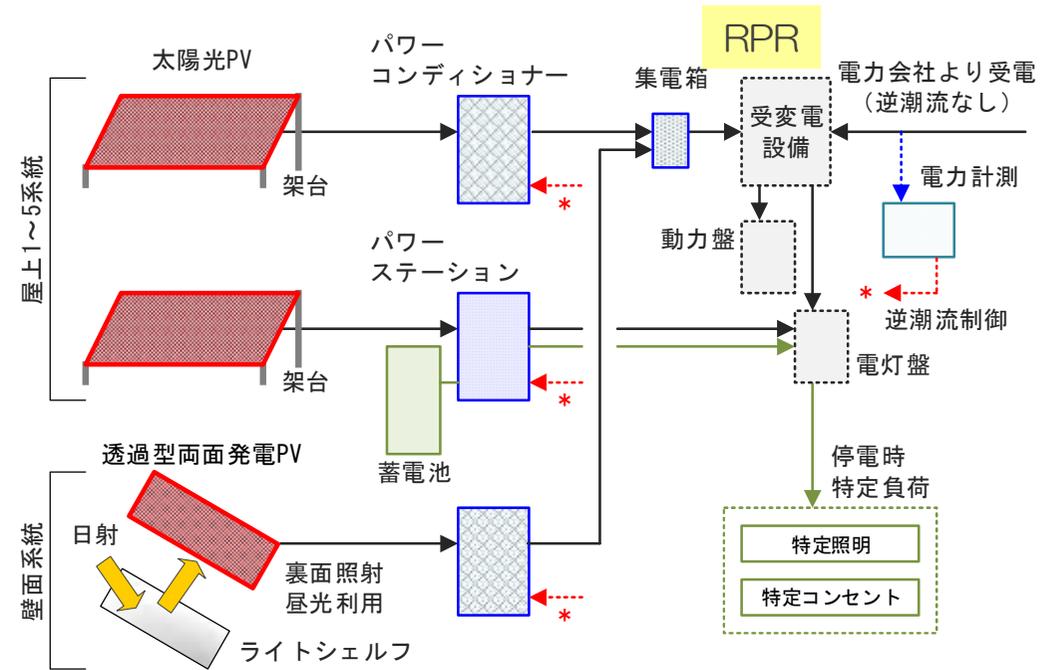
Zone Air Distribution Effectiveness(Ez) ゾーン換気効率
ASHRAE62.1

Code	Air Distribution Configuration 給排気構成	Ez
CS	冷気の天井供給	1.0
CSFR	暖気の天井供給⇒床吸込	1.0
CSCRH	スペース温度より8℃以上の暖気天井供給⇒天井吸込	0.8
CSCRW	スペース温度より8℃以上の暖気天井供給で床面1.4mにて0.8m/sの気流速⇒天井吸込 ※低速の場合は0.8	1.0
FSCR	冷気の床供給⇒天井吸込 床面1.4mにて0.8m/sの気流速 ※ほとんどの床下空気分配システムはこの規定に準拠している	1.0
FSCR-LV	冷気床供給⇒天井吸込 低速置換換気が一方向の流れと熱成層を形成する条件	1.2
FSFR	暖気床供給⇒床吸込	1.0
FSCRW	暖気床供給⇒天井吸込	0.7
MUEX	給気に対して部屋の反対側の排気口および吸込口がある場合	0.8
MU-EX	給気に対して排気口および吸込口が近い場合	0.5

※LEEDは暖気で評価

エネルギーを創る～再生可能エネルギー～

位置・機器	特徴
屋上設置 太陽光パネル	定格23.4kW 最大出力120W/枚 傾斜角20度 (モジュール効率: 0.184)
壁面設置 太陽光パネル	定格 2.7kW 最大出力220W/枚 傾斜角70度 (モジュール効率: 0.160) 透過型両面発電モジュール
室内設置 リチウムイオン蓄電池	単相 3線202V 直流入力方式 11.2kWh (停電時 特定負荷対応)

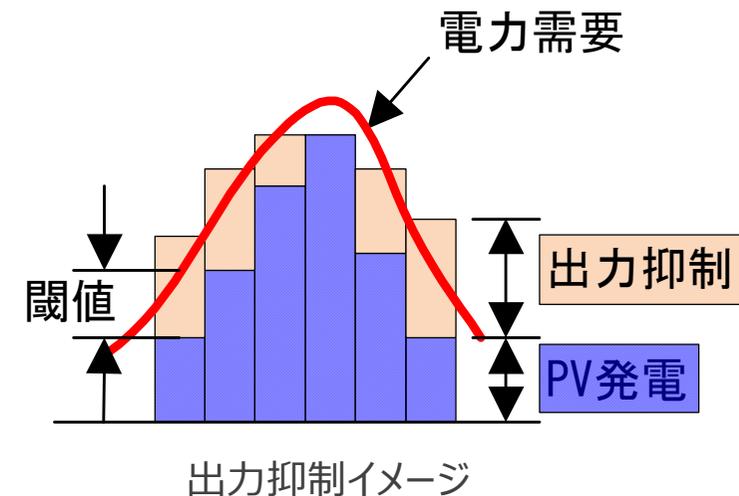


●運用

太陽光発電電力は譲渡・売電しない自己消費型
需給バランス対策

- ・建物電力需要に応じて太陽光発電の出力制御を行う
- ・逆潮流が発生を予測し、逆潮流継電器により発電を停止する計画

蓄電池11kWhを設け、休日などの発電電力の余剰を蓄電し、停電時は特定負荷へ電力を供給



エネルギーを創る～再生可能エネルギー～

●屋上設置

課題：冬期に降雪や曇天時間が長いので日射量が期待できない

→夏期主体の発電と降雪を考慮し設置角度20度



屋上設置太陽光パネル

●壁面設置

課題：日射の入射角的に発電量は期待できない、室内が暗くなる（陰になる）

→ライトシェルフと組み合わせ＋ライトスルー型両面発電パネル

効果：反射光による発電効率向上、自然光導入（照明負荷減）



反射光により照らされた事務室

照明設備～アクティブデザイン～

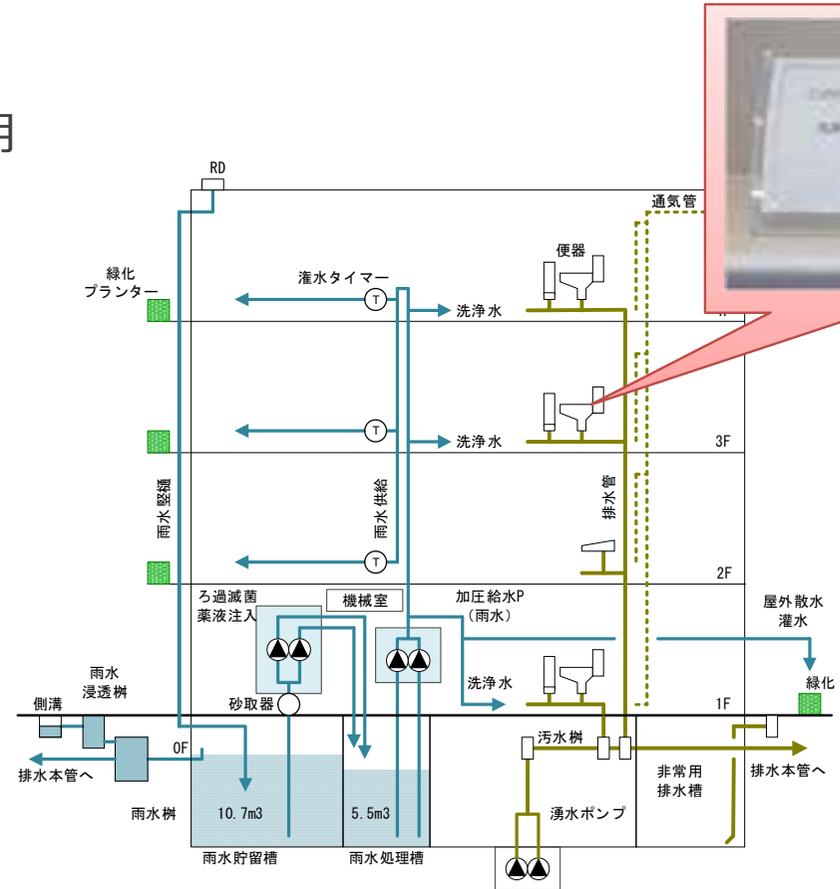
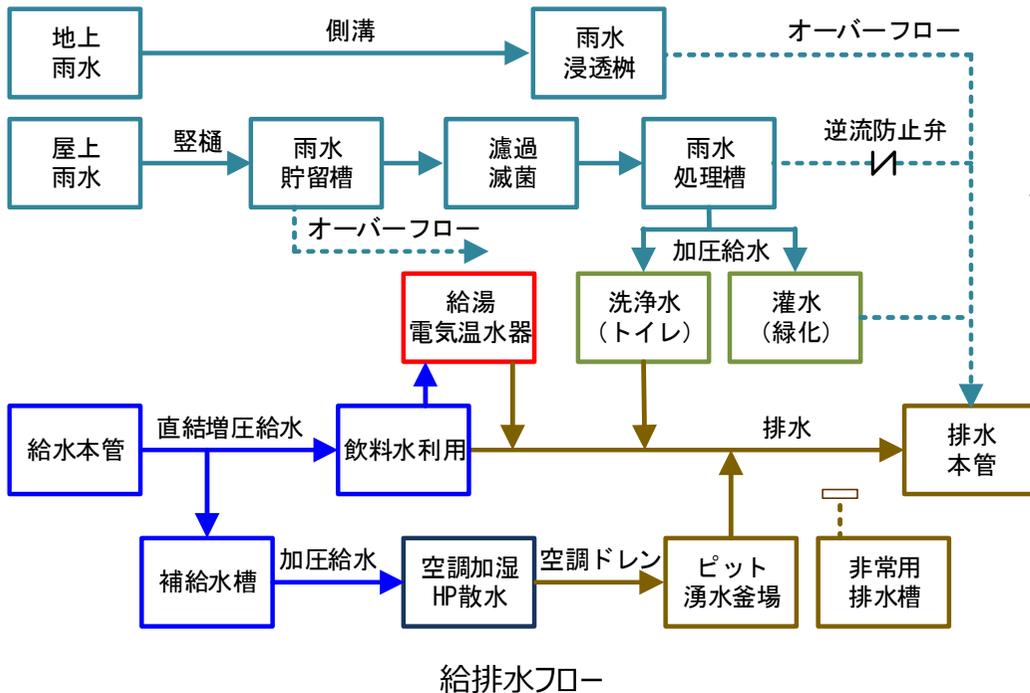
照明器具はLED

タッチレススイッチ計画とし、利用者が照明の点滅操作不要・消し忘れ防止

点灯方式	対象室	備考
2グループ以上の人感センサー点滅及び昼光センサーによる明るさ制御	打合せスペース,事務室(3F),事務室(4F)	事務室:タスク&アンビエント照明
グループ毎人感センサーによる点滅、手動調光は4系統	展示室	
タイマーによる点灯、機械警備連動による消灯	風除室,エントランスホール,ELVホール,廊下	
各器具毎(グループ毎)に人感センサー点滅	倉庫,ごみ置場,書庫	
自動点滅器による点灯、タイマーによる消灯	ピロティ,外構	
手動2点滅+警備連動消灯	機械室	
人感センサーによる100%点灯、不在時は30%減光	1~4階 階段室	
人感センサーによる点滅	トイレ前廊下,多目的トイレ,男女トイレ,駐車場,給湯室,PS・EPS,倉庫(4F),更衣室,休憩室	休憩室は調光有
人感センサーによる点滅(EE機能付き)	屋外	EE: Electric Eye 入射光にてON-OFF
人感センサーによる点滅2グループ以上+各グループ手動調光	大会議室,応接室,宅建室,会議室,施工準備室,打合せ室	

ZWB(Zero Water Building)～給水設備～

- ① 直結増圧給水ポンプにより各階へ給水
- ② 雨水利用
 - ・屋上降雨を集水：トイレ洗浄水、緑化灌水に利用
 - ・地上降雨：雨水浸透枳にて本管放流量を抑制
- ③ 非常用排水槽
公共下水への放流が不可能な場合に利用



ろ過滅菌装置 (右) ・加圧給水ポンプ (左)

健康志向型オフィス

執務環境の見直し



ワークショップの様子

ABW (Activity Based Working)

集中したい時は個室のブース、短時間の打合せには立位用のテーブルを使用するなど、執務者が作業環境を主体的に選ぶことができるワークスタイル



事務所什器レイアウト (イメージ)



事務所什器レイアウト (現在)

健康志向型オフィス



個別ブース



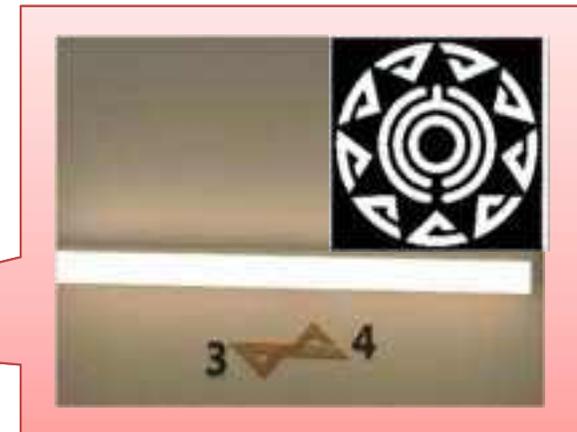
木質感



県産品（越前和紙・杉材）の内装



階段利用促進



社章のマ

創業と歴史



宿布発電所跡の石を割り付けたエントランス



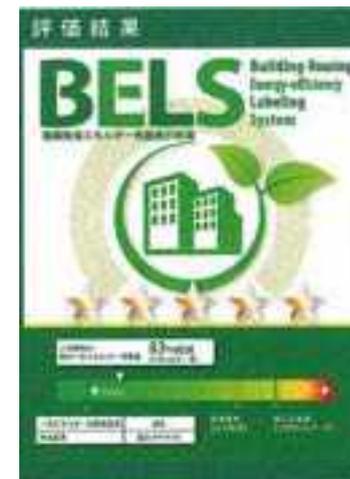
熊谷組歴史記念室

環境認証制度

環境認証制度	取得レベル	備考
LEED	Gold	2022.1取得
CASBEE建築	Sランク	2021.7取得
CASBEEウェルネスオフィス	Sランク	2021.9取得
CASBEE スマートウェルネスオフィス		2021.9取得
BELS	5★	2021.1取得
ZEBリーディング・オーナー		2021.1登録



CABEEスマートウェルネスオフィス



CASBEE : Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency

BELS : Building-Housing Energy-efficiency Labeling System

◆運用報告

● 運用報告

1. ZEBのエネルギー実績
2. 創エネルギー～太陽光発電システム～
3. ZWB(Zero Water Building)～給水設備～
4. 省エネ・快適性を提供する空調
5. 執務者の利用状況を知る～アンケート結果～

運用状況

●受賞実績

ウッドデザイン賞2022 ライフスタイルデザイン部門 建築・空間部門

令和3年度 木材利用優良施設コンクール 優秀賞

第1回 SDGs建築賞（中・小規模建築部門） 審査委員会奨励賞（IBECs）

第12回 カーボンニュートラル賞 北信越支部奨励賞(JABMEE)



1Fエントランスホール

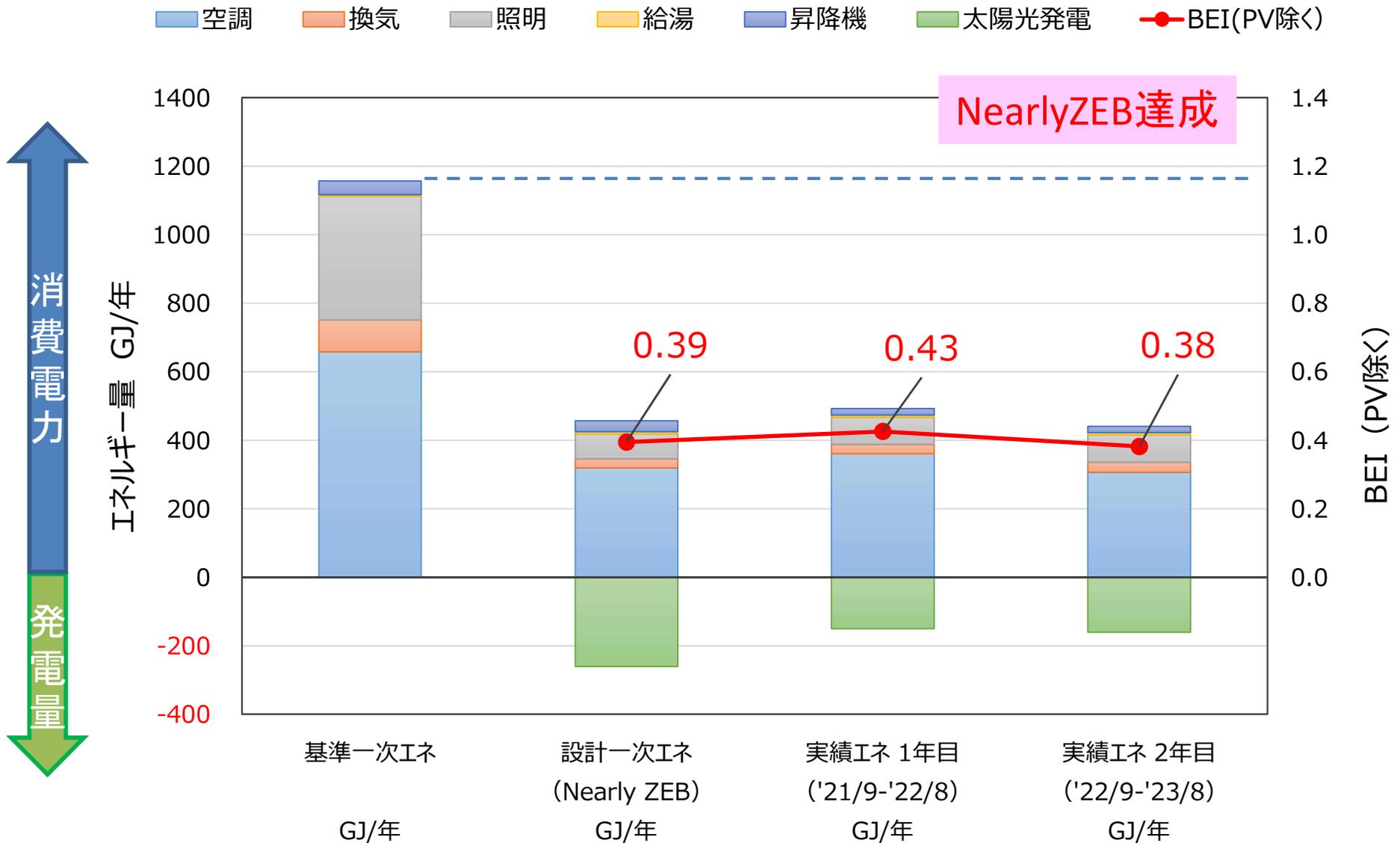


第1回SDGs建築賞 2023/01

◆ ZEBのエネルギー実績

ZEBのエネルギー実績

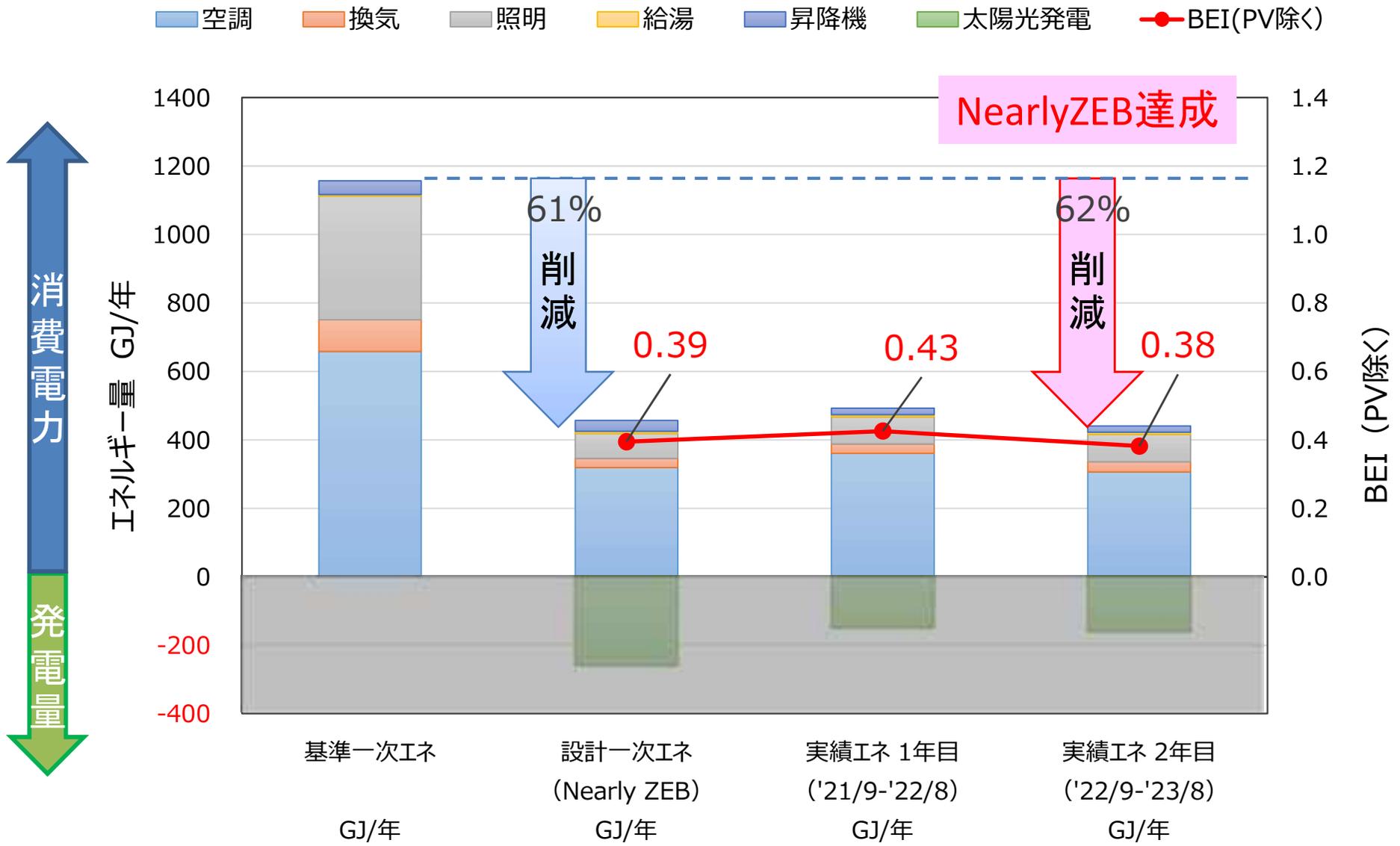
● 一次エネルギー消費量⇒ NearlyZEB達成



運用：2021年9月～2023年8月

ZEBのエネルギー実績

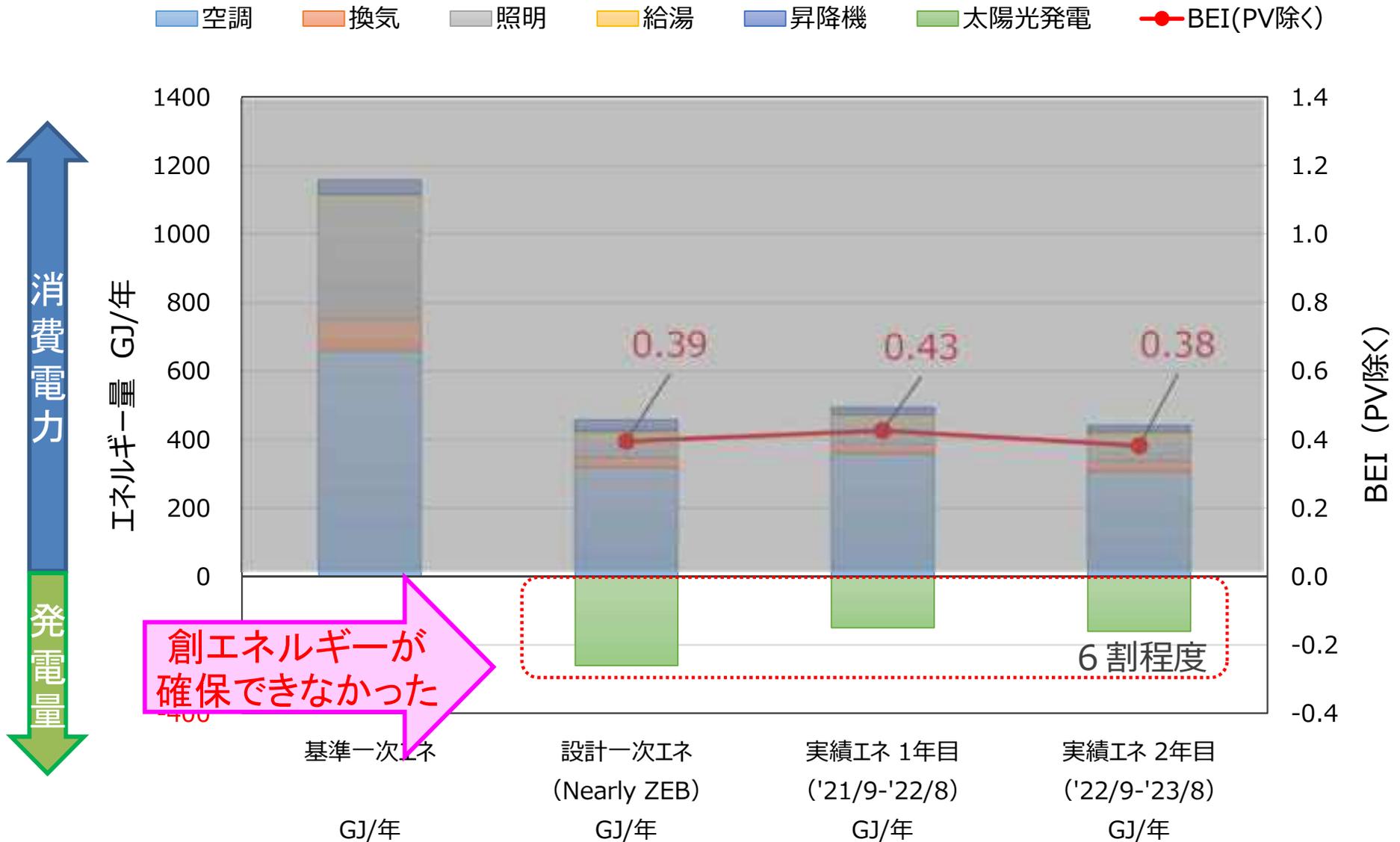
● 一次エネルギー消費量 ⇒ NearlyZEB達成



運用：2021年9月～2023年8月

ZEBのエネルギー実績

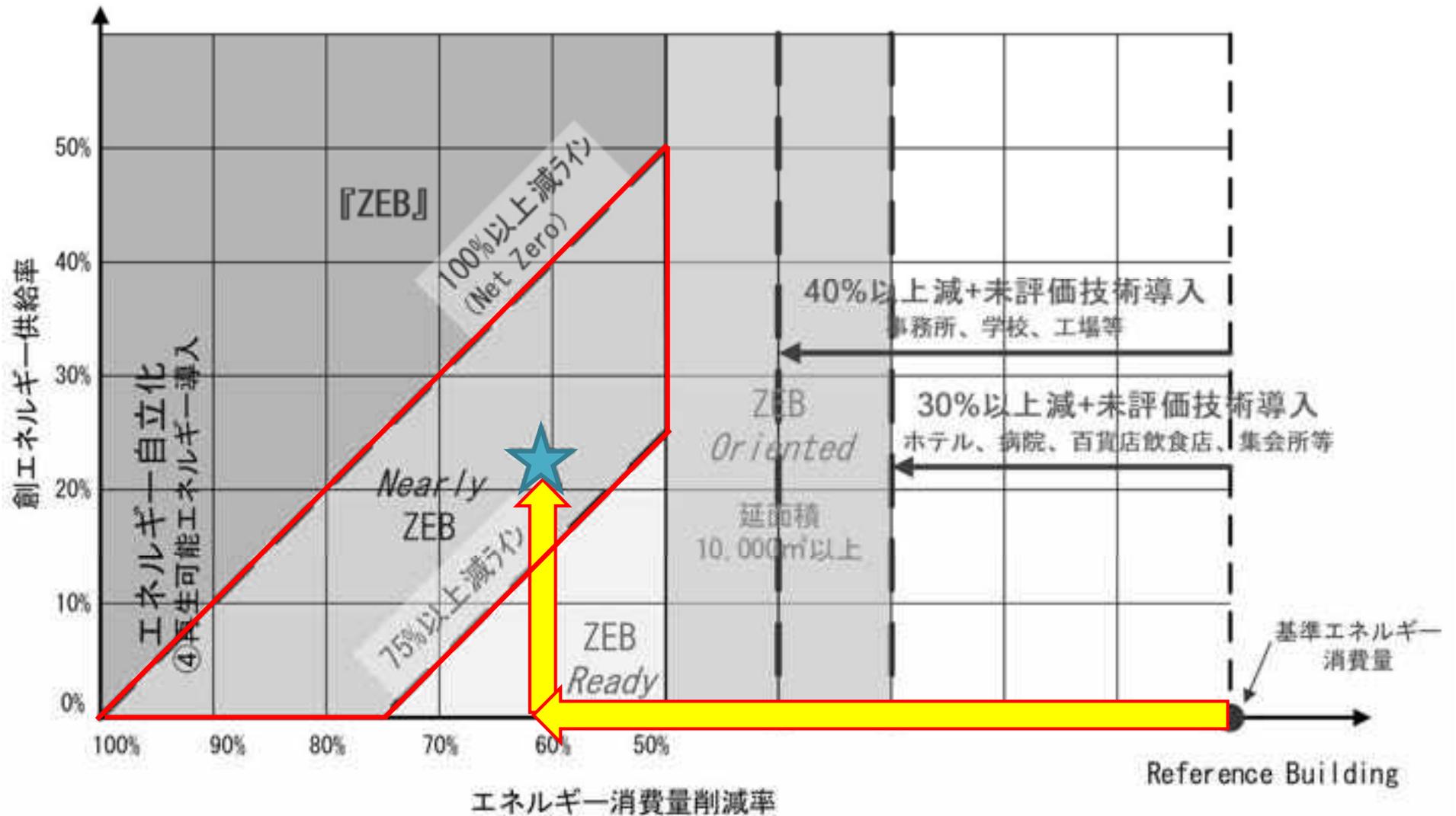
● 一次エネルギー消費量 ⇒ NearlyZEB達成



ZEBのエネルギー実績

竣工時目標 : Nearly ZEB

消費エネルギー61%削減 + 創エネルギー22% = 83%の省エネ (基準ビル比較)

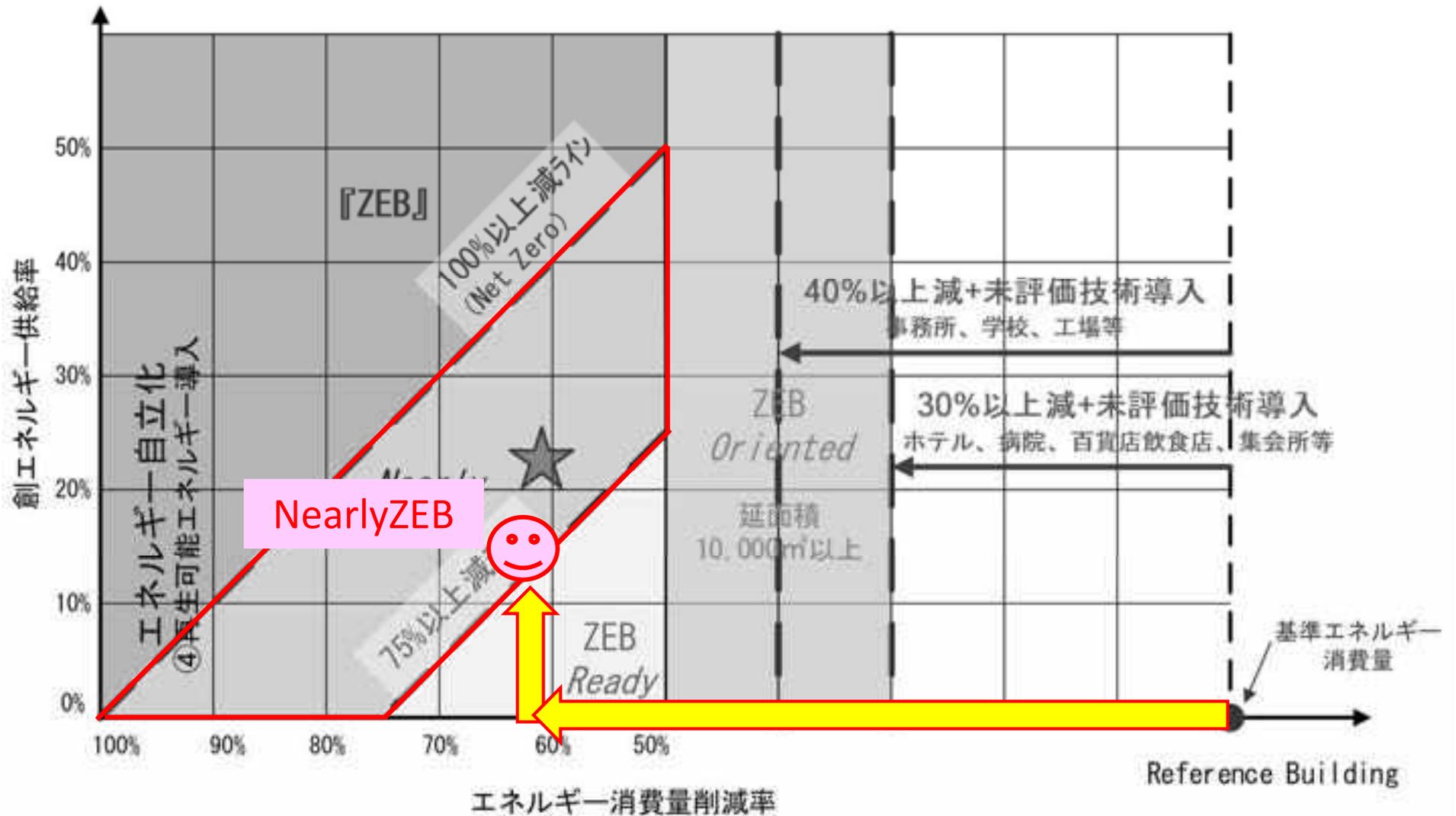


基準エネルギー消費量…過去 (H20年代) の省エネルギー届出による建物仕様により国交省が設定

ZEBのエネルギー実績

2年目の実績：Nearly ZEB達成

消費エネルギー62%削減 + 創エネルギー14% = 76%の省エネ(基準ビル比較)



基準エネルギー消費量…過去（H20年代）の省エネルギー届出による建物仕様により国交省が設定

◆創るエネルギー～太陽光発電システム～

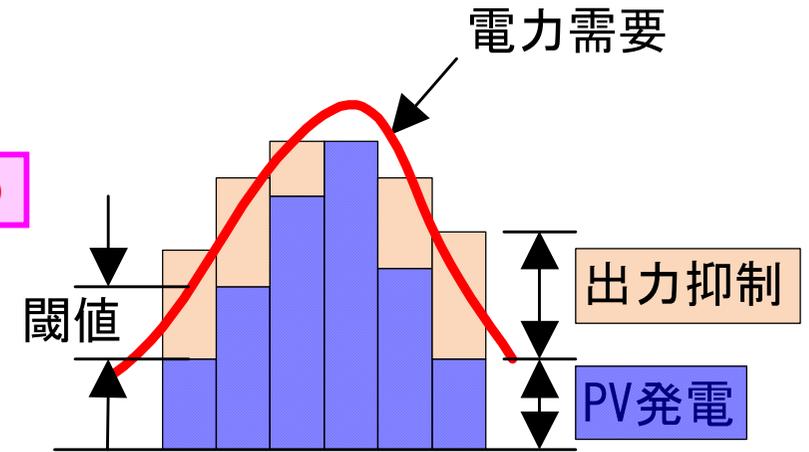
創るエネルギー～太陽光発電システム～

●運用

発電電力は電力会社に売電・譲渡しない自己消費型

需給バランス対策

- ・建物電力需要に応じて太陽光発電の出力抑制を行う
- ・逆潮流発生を防止し、発電停止を回避する計画



出力抑制イメージ(電力会社の制約による対応)

●設置の工夫

<屋上設置>

課題：冬期の降雪や曇天時間が長いので日射量が期待できない

→夏期主体の発電と降雪を考慮し設置角度20度



<壁面設置>

課題：日射の入射角度から発電量は期待できない、室内が暗くなる(陰になる)

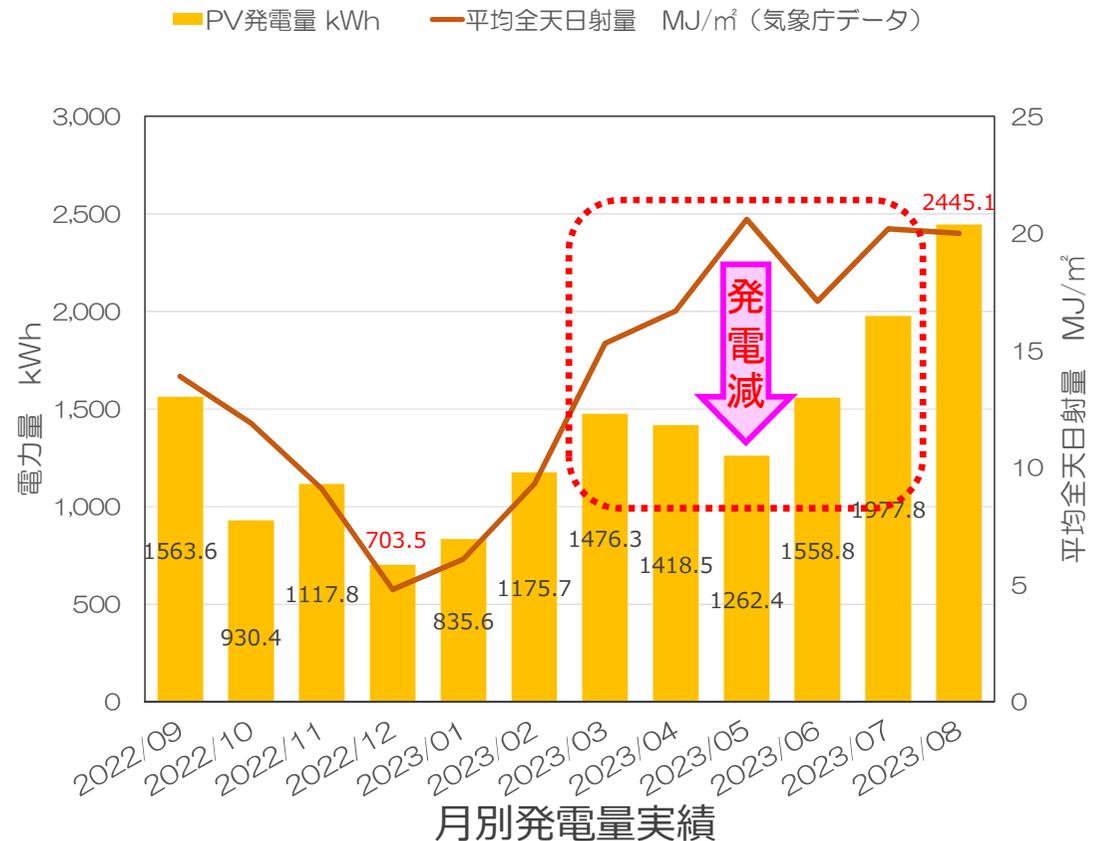
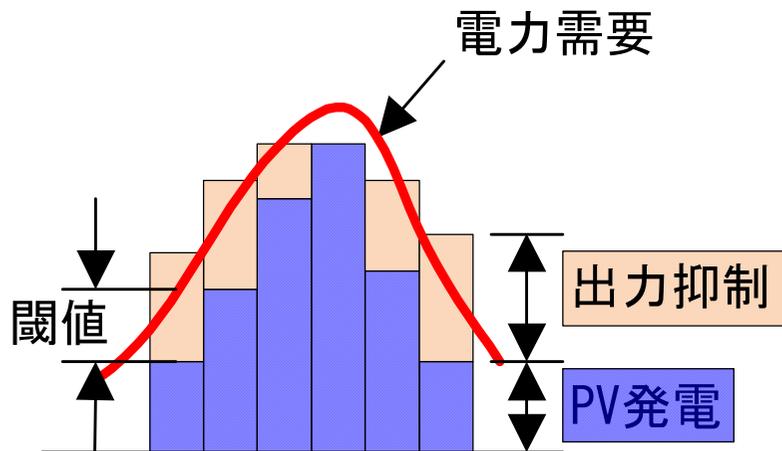
→ライトシェルフ+ライトスルー型両面発電パネル



太陽光発電制御と発電量

ポイント①)出力抑制による発電減

- 発電を減らす出力抑制により夏期は日射量に比例した発電量にならなかった
- 出力抑制の制御応答性が悪く、ブレーカーが作動し、発電停止が続いた



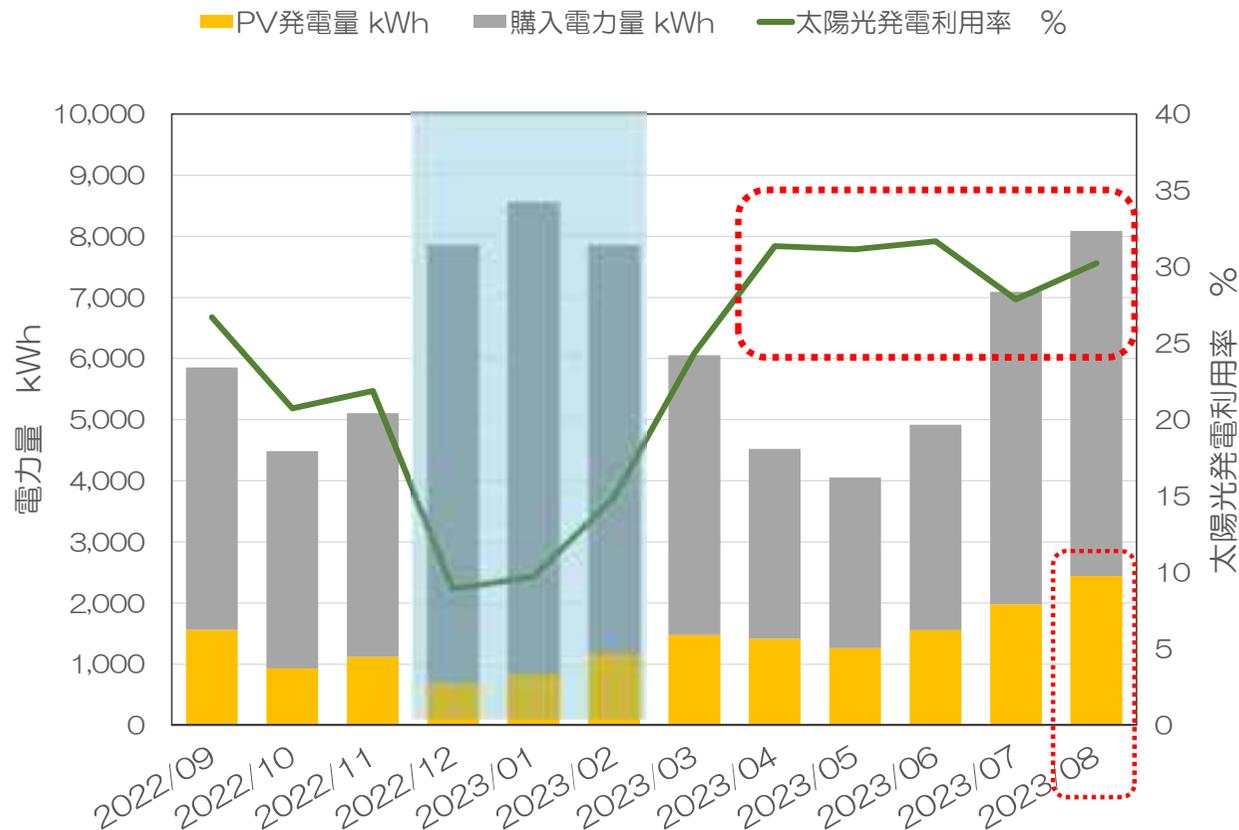
創るエネルギー～太陽光発電システム～

ポイント②) 夏期発電を主体とした設置角度の効果

- 最大発電量は8月、最小発電量は12月（8月は12月の約3.5倍）
- 発電利用率：4月～8月が利用率が高い

⇒夏期の発電を主体とした設置角度の効果

一方、発電量が少なく、消費電力量が多い冬期は利用率が低い

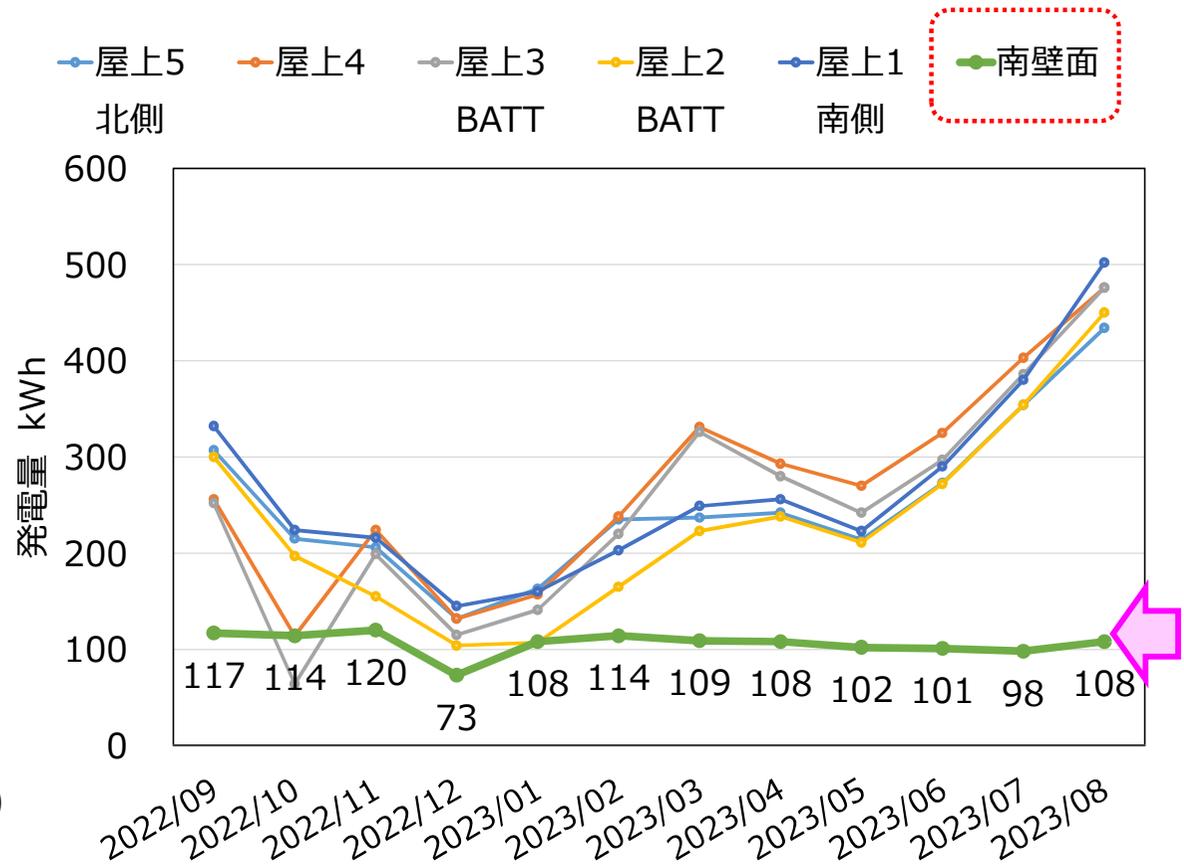
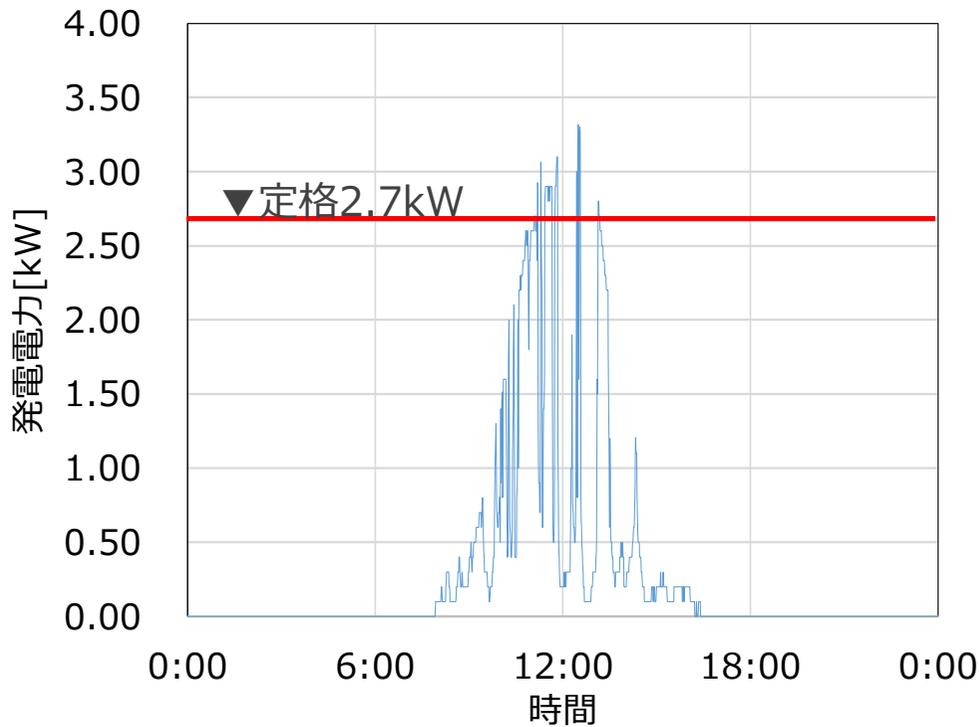


創るエネルギー～太陽光発電システム～

ポイント③) 壁面設置太陽光発電の結果

- ・定格値以上の発電があった→ライトシェルフの反射光による発電効率向上
- ・南壁面は総発電量は少ないものの、通期にてほぼ安定した発電量 (月平均:約108kWh)

2022/01/21 南壁面発電実績 (降雪有)

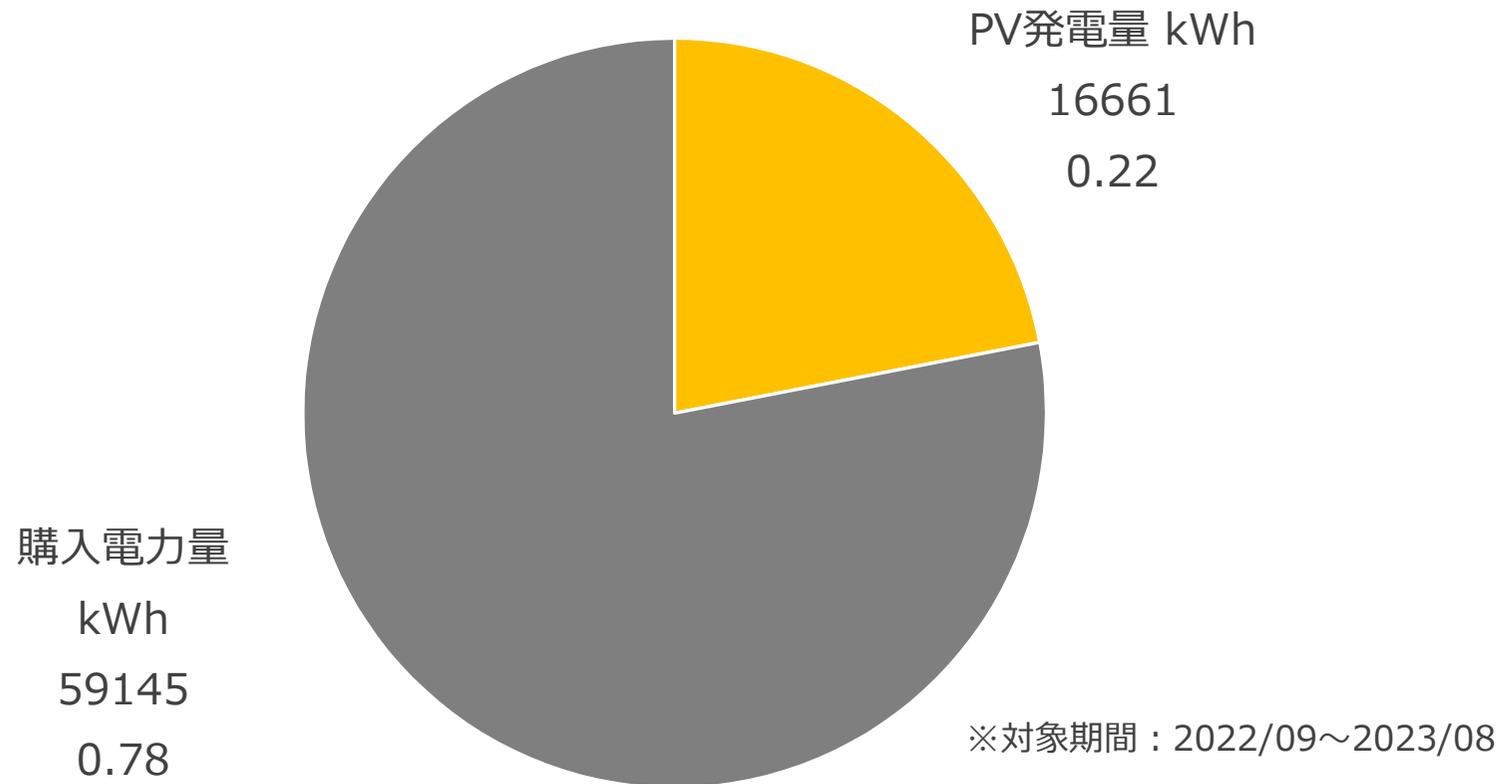


福井のような降雪地域には壁面設置の太陽光発電は有効

創るエネルギー～太陽光発電システム～

●年間消費電力量の内訳

消費電力量のうち、太陽光発電の利用率は22%



◆ZWB(net Zero Water Building)～給水設備～

ZWB(net Zero Water Building)～給水設備～

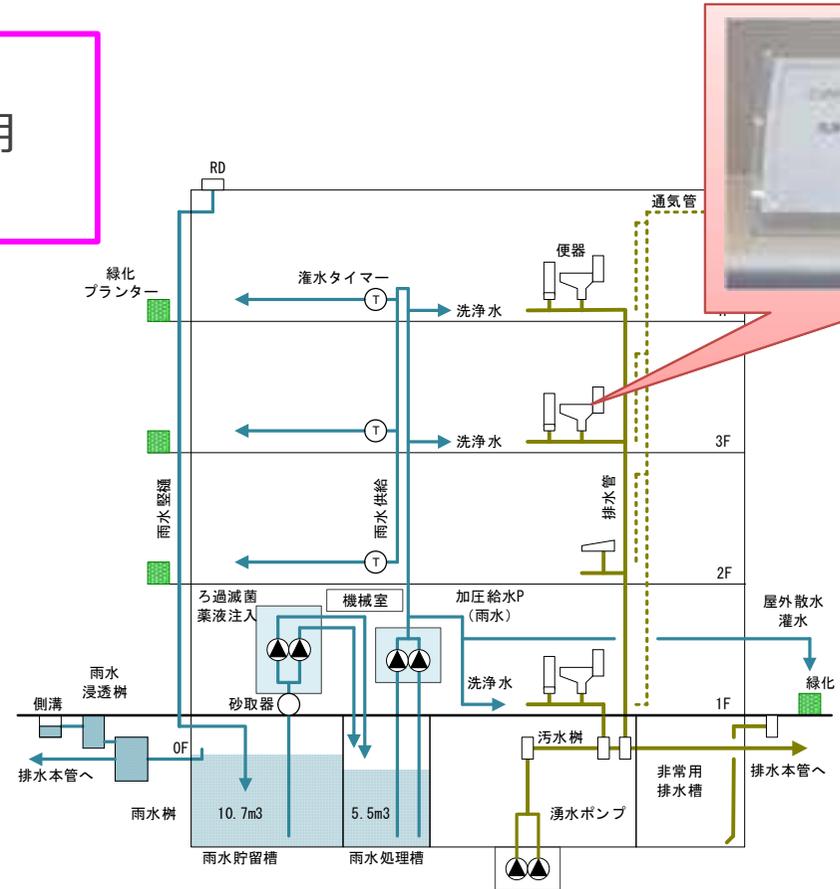
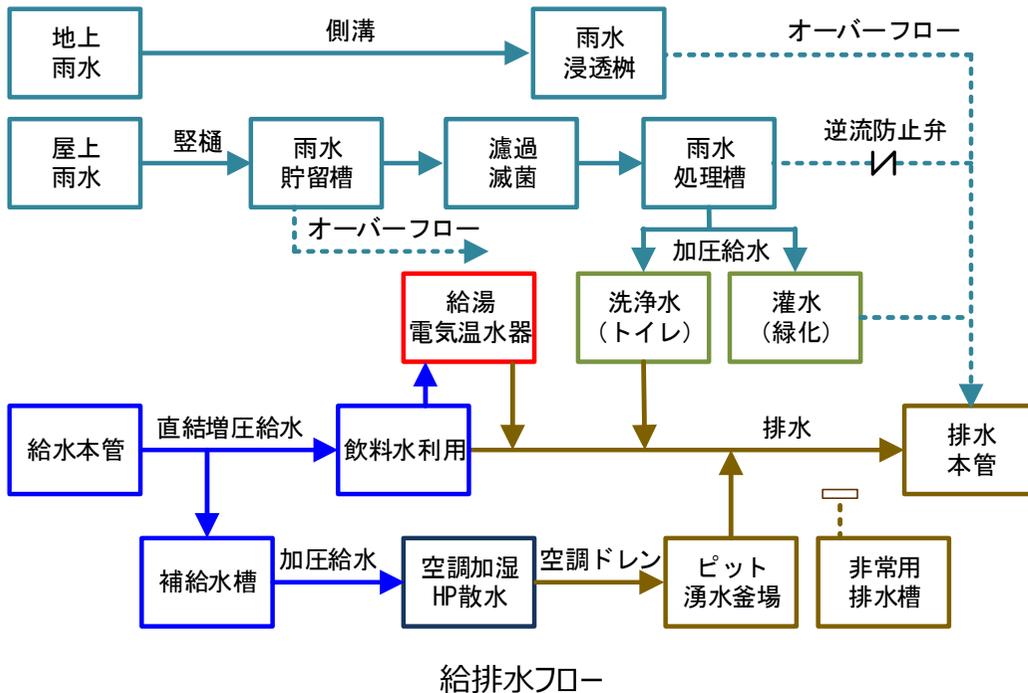
① 直結増圧給水ポンプにより各階へ給水

② 雨水利用

- ・屋上降雨を集水：トイレ洗浄水、緑化灌水に利用
- ・地上降雨：雨水浸透柵にて本管放流量を抑制

③ 非常用排水槽

公共下水への放流が不可能な場合に利用

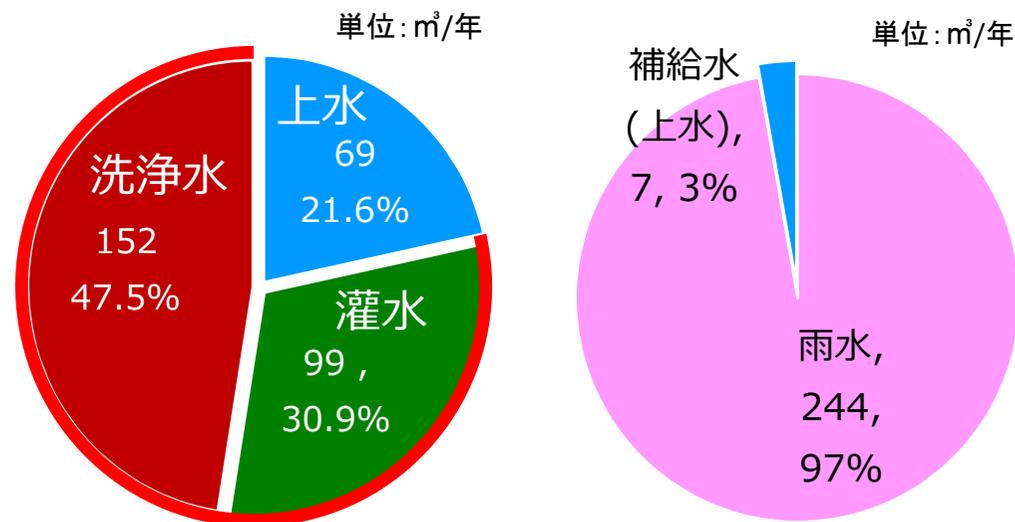


ろ過滅菌装置 (右) ・加圧給水ポンプ (左)

ZWB(net Zero Water Building)～給水設備～

●年間水消費量実績の内訳

- 建物全体水消費量のうち上水の利用率は**22%**
- トイレ洗浄水、緑化灌水に対する雨水利用率は**97%**（上水補給水7m³/年）
- 建物全体水消費量：月平均27m³/月(22.7L/(m²・月))
→一般事務所55.3L/(m²・月)と比較すると**50%程度**にあたる
(事務所における竣工設備データ建築設備情報年鑑2019)



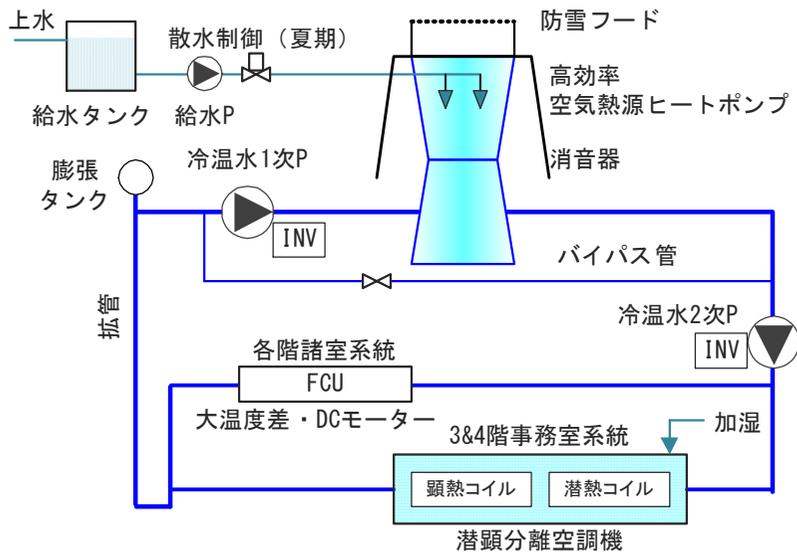
a)年間水消費量実績の内訳

b)洗浄水・灌水の水源別

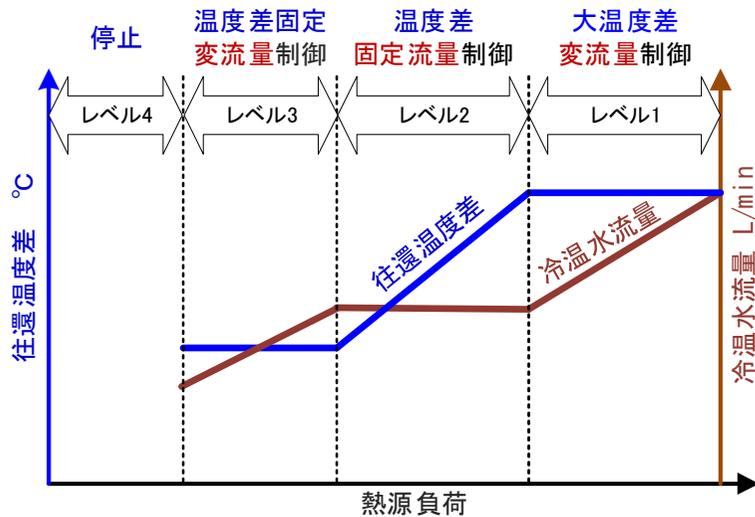
※対象期間：2022/09～2023/08

◆省エネ・快適性を提供する空調

省エネ・快適性を提供する空調



セントラル空調方式



搬送動力低減

省エネに向けて：部分負荷への追従と搬送動力の低減

①配管口径UP

- ・摩擦損失の低減→冷温水ポンプ動力ダウン
- ・保有水量確保→ヘッダー & クッションタンクレスの省スペース

②負荷率によるレベル制御

- ・大温度差固定変流量制御→搬送動力低減
- ・温度差可変固定流量制御
- ・温度差固定変流量制御
(熱源OFF 保有水量による負荷処理)

③盛夏時散水制御による熱源機COPの向上

条件：外気温度／HP負荷率／スケジュール設定

④大温度差空調機

- ・潜熱分離空調機
- ・大温度差FCU (DCモーター搭載)

⑤空調機コイルの出入口露点温度差 (夏期) ・温度差 (冬期) により熱源送水温度を補正

空調運転実績から分析抽出した課題

省エネ・快適性を提供する空調

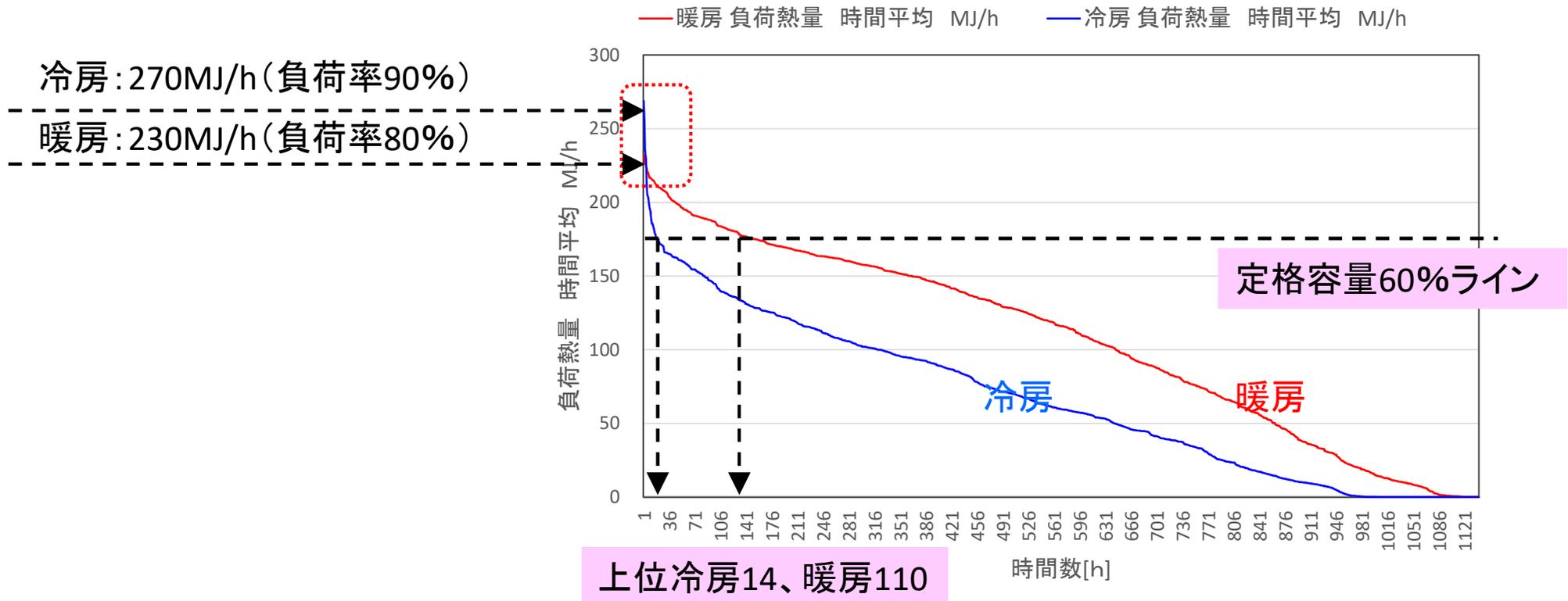
空調負荷の実態（期間）

空調負荷(時間あたり)を降順に配列

最大値 冷房：270MJ/h、暖房：230MJ/h ⇒適切な熱源機器能力(定格305MJ)

空調負荷のほとんどが熱源機器の定格容量60%以下の部分負荷運転である

冷房時間(約1000h/期間)より暖房時間(約1200h/期間)が長い



※対象期間：2022/10～2023/09

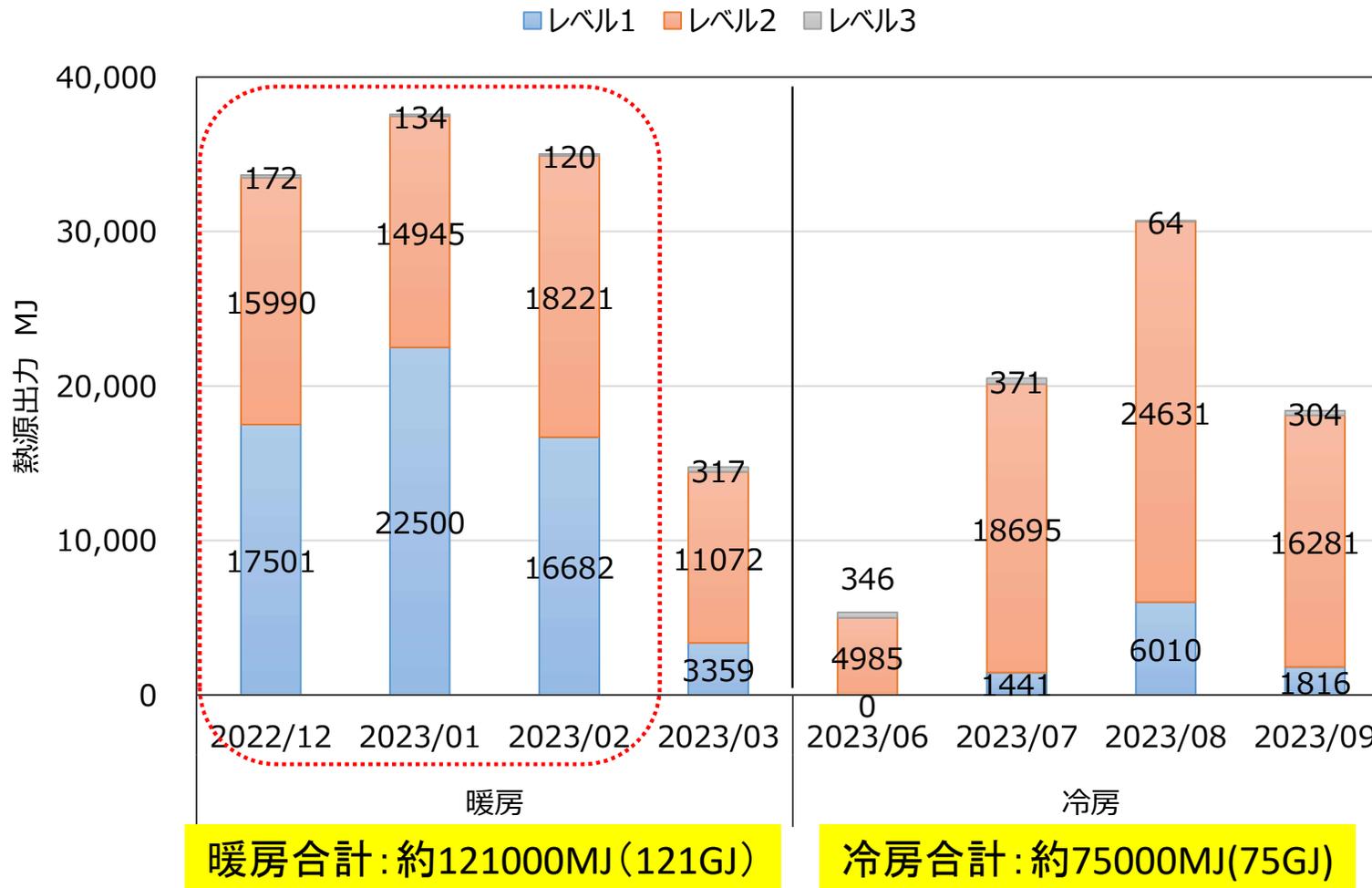
省エネ・快適性を提供する空調

空調負荷の実態（月別）

空調負荷の合計値比較では暖房（121GJ）は冷房(75GJ)の1.6倍

暖房は12月から2月まで3カ月とも空調負荷が大きい

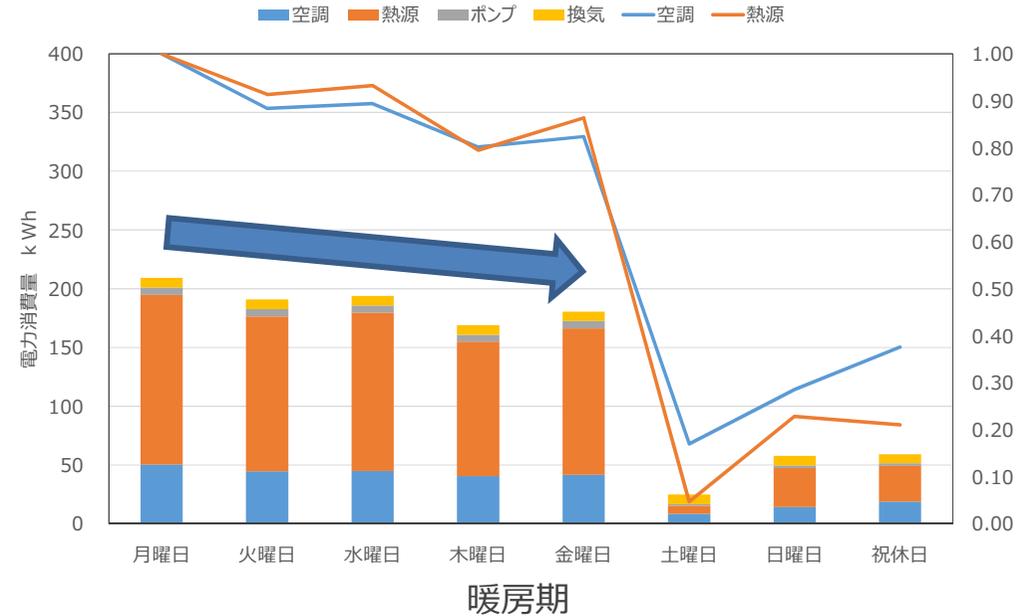
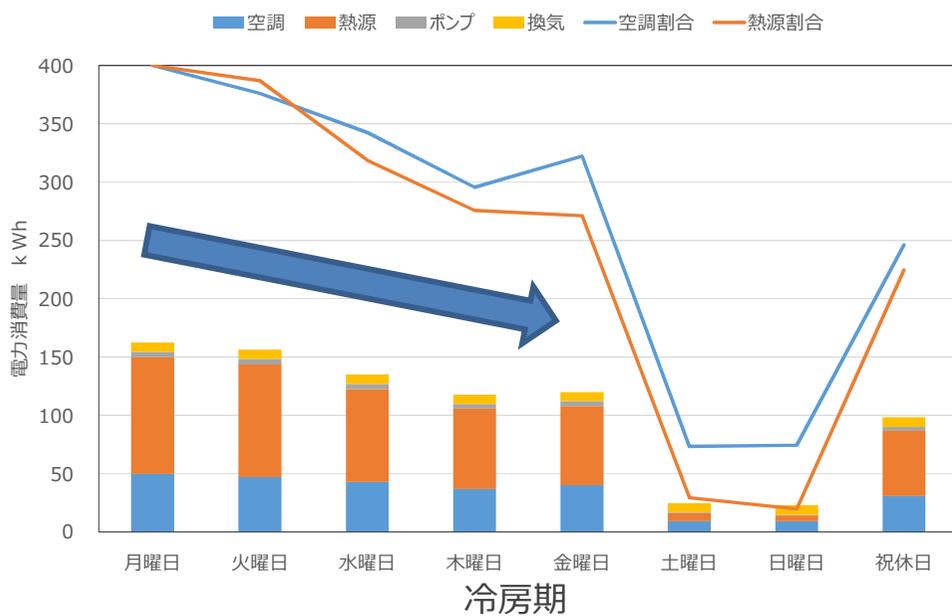
⇒冬期の寒さが厳しい福井の地域特性が表れている



省エネ・快適性を提供する空調

曜日別の空調システムの平均日電力消費量

- 空調システムの消費電力量は月曜日最大
 - 曜日を追うごとに減少傾向
- 躯体の蓄熱効果
- 電力ピークは暖房期早朝に発生→契約電力（ランニングコスト）に影響する



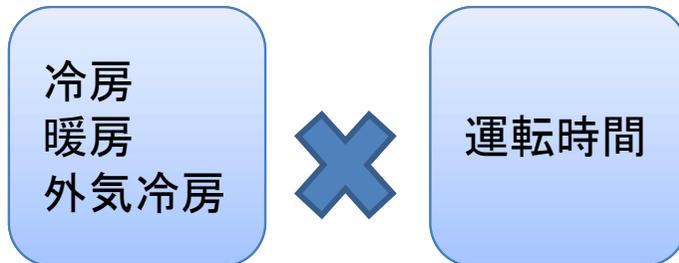
※対象期間：2022/09～2023/08

省エネ・快適性を提供する空調

◆空調運転実績から抽出した課題

- ・月曜日や早朝の空調立上り負荷・電力ピークカットが必要
- ・熱源効率を考えた最適運転時間の設定が必要
- ・就業開始時に適切な空調環境提供

外気条件、曜日に応じて運転モード、運転時間を設定→**現在も調整中**



年	月	日	曜日	予冷熱			運転モード			CO2	湿度	温度
				有り	無し	無し	冷房	暖房	外気冷房			
2024	1	1	月	有り	無し	無し	冷房	暖房	外気冷房	1000	50%	20°C
		2	火	有り	無し	無し	冷房	暖房	外気冷房	1000	50%	20°C
		3	水	有り	無し	無し	冷房	暖房	外気冷房	1000	50%	20°C
2024	2	1	木	有り	無し	無し	冷房	暖房	外気冷房	1000	50%	20°C
		2	金	有り	無し	無し	冷房	暖房	外気冷房	1000	50%	20°C
		3	土	有り	無し	無し	冷房	暖房	外気冷房	1000	50%	20°C
2024	3	1	日	有り	無し	無し	冷房	暖房	外気冷房	1000	50%	20°C
		2	月	有り	無し	無し	冷房	暖房	外気冷房	1000	50%	20°C
		3	火	有り	無し	無し	冷房	暖房	外気冷房	1000	50%	20°C

年間の空調スケジュール

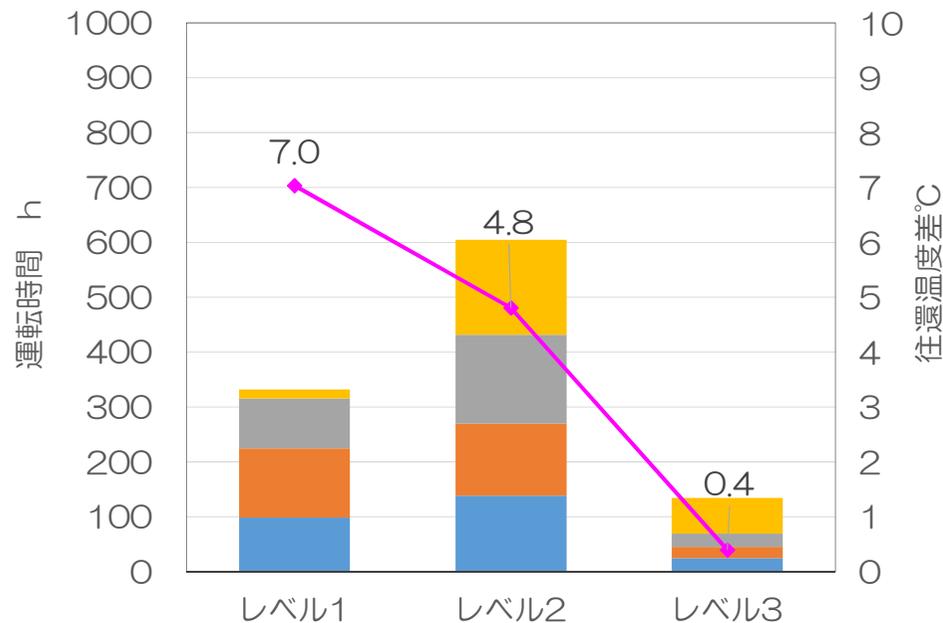
省エネ・快適を提供する空調

●大温度差、部分負荷に対する空調システムの運転：搬送動力の低減

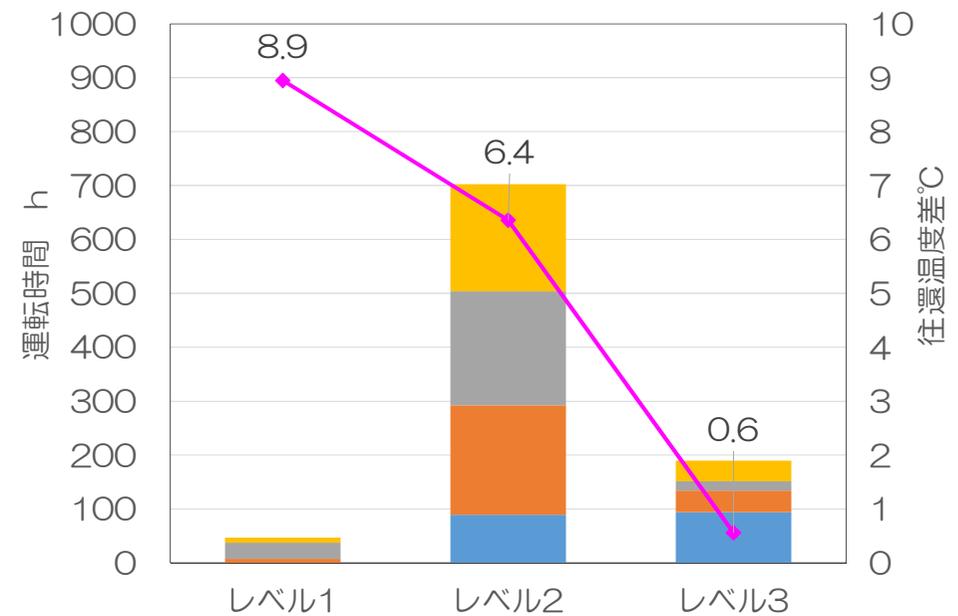
レベル1（負荷率60%超）における往還平均温度差は、冬期7.0℃、夏期8.9℃となり
大温度差は冷温水流量を抑制し搬送動力の低減に寄与

暖房は高負荷時間が長い為レベル1の運転時間割合が大きいが冷房はレベル2（負荷率60%以下35%超）の運転がほとんどであった

冬期
 ■ 2022/12 運転時間 h
 ■ 2023/01 運転時間 h
 ■ 2023/02 運転時間 h
 ■ 2023/03 運転時間 h
 ◆ 期間温水往還平均温度差 ℃



夏期
 ■ 2023/06 運転時間 h
 ■ 2023/07 運転時間 h
 ■ 2023/08 運転時間 h
 ■ 2023/09 運転時間 h
 ◆ 期間温水往還平均温度差 ℃



熱源運転レベル毎の運転時間・往還平均温度差

省エネ・快適を提供する空調

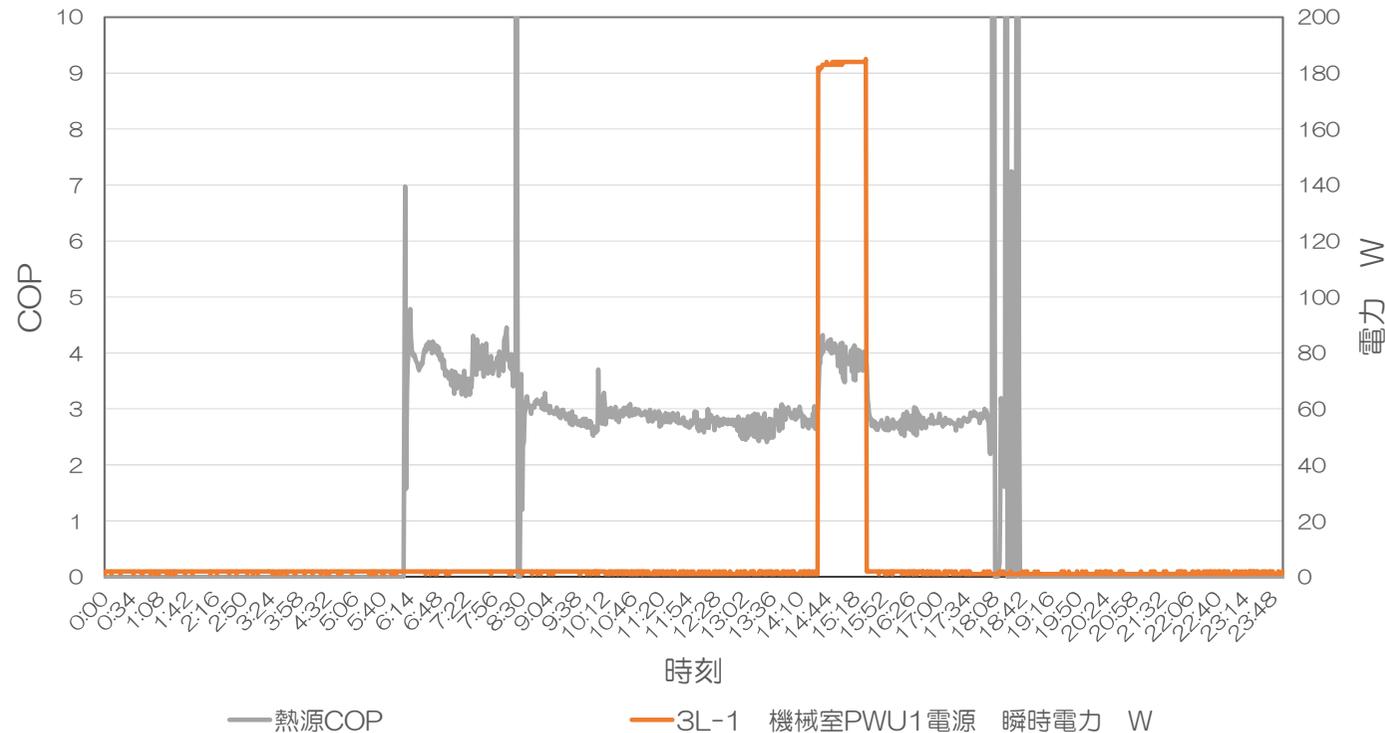
● 散水制御による熱源機成績係数（COP）の向上

散水条件を設定して、冷房時の省エネ効果を期待

条件：外気温度／HP負荷率／スケジュール

結果：散水無しCOP：3.0⇒散水有COP：4.0 約熱源効率1.3倍 約34%削減

2023/08/07(月) 熱源COPと散水ポンプ電力



散水による消費電力量の削減可能だが、
散水制御がデマンド抑制に寄与しない場合は上水代と電気代比較では経済的效果は難しい

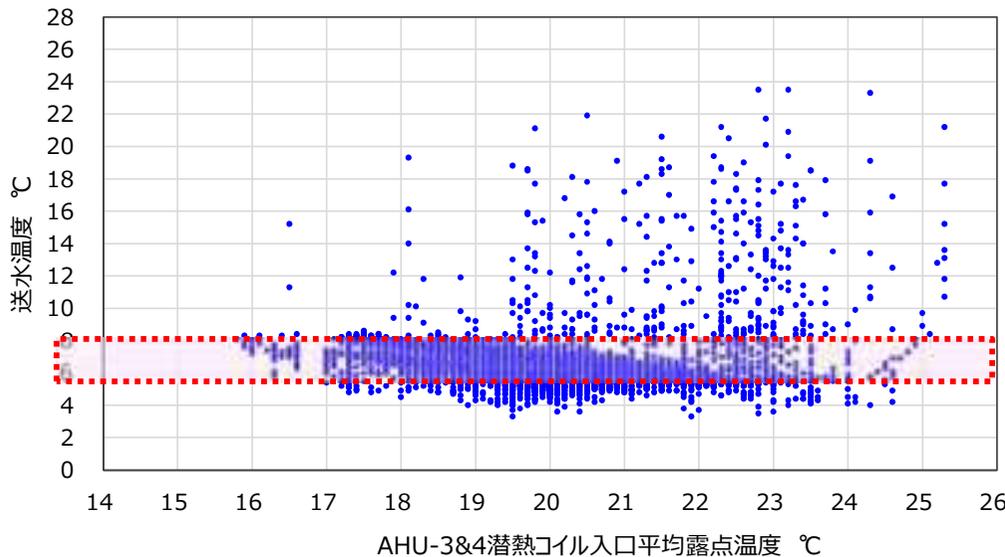
省エネ・快適を提供する空調

●送水温度可変制御（冷房）

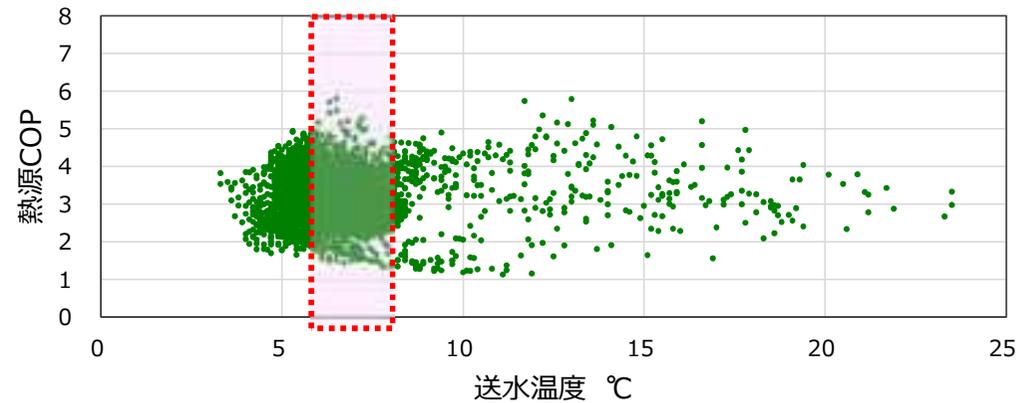
AHU潜熱コイル入口空気露点温度に応じて送水温度を変える制御

露点温度が低い場合に除湿不要→COP向上

- ・送水温度6℃から8℃がほとんど（発生頻度98%）
- ・送水温度によるCOP向上の傾向はみられず



a) 潜熱コイル入口平均露点温度と送水温度



b) 送水温度と熱源COP

- ・露点温度：潜熱コイル入口空気露点温度のAHU台数の平均。
- ・送水温度設定：
露点温度22°C DDPで6°C⇔14°C DDPで10°C（～2023/08/23）
露点温度20°C DDPで6°C⇔12°C DDPで10°C（2023/08/24～）

熱源COPは送水温度より、外気温や熱源機の負荷率による影響が大きいと思われる。

◆ 執務者の利用状況を知る～アンケート～

省エネ・快適性を提供する空調

室内温熱環境の確認

計測対象室：3F事務室

実施時期：2023年2月、2023年9月

●計測概要

区分	項目	記号	高さ[mm]	測定方法
温熱環境	空気温度	●	FL+500、1500	小型データロガー
	空気湿度		FL+1500	小型データロガー
	グローブ温度		FL+500、1500	グローブ球
	外気温湿度		屋上	BEMS
空気質	CO2濃度	▲	FL+2400(廊下側)、 FL+900(窓側)	小型データロガー(常設)



●評価方法

客観的評価：ISO規格による予測平均温冷感申告（PMV）

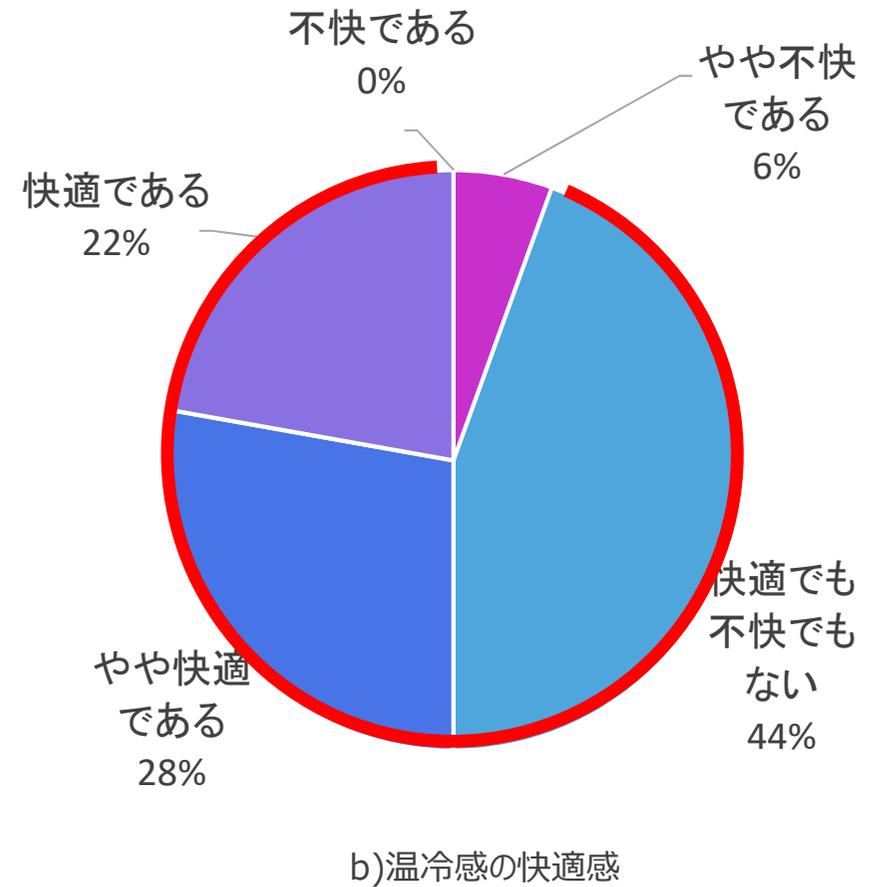
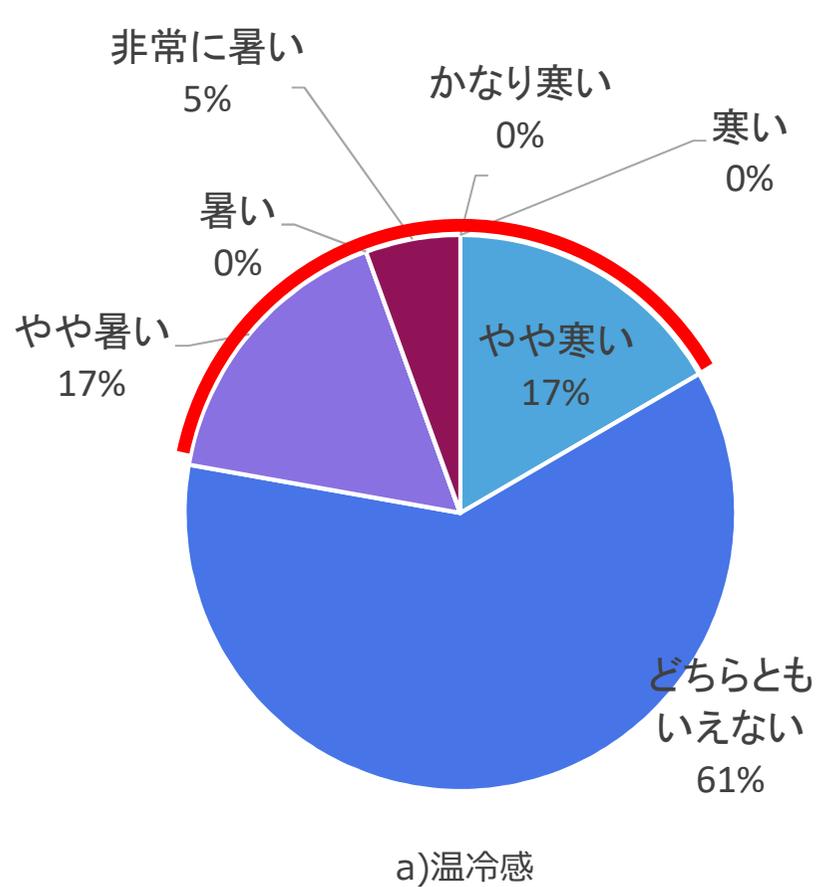
主観的評価：アンケート

省エネ・快適性を提供する空調

冬期の温冷感と快適感の申告結果

温冷感は暑い側と寒い側の申告数が4割であった

温度的快適感では「快適でも不快でもない」を含めると快適側の申告数が約9割



省エネ・快適性を提供する空調

冬期のアンケートによる温冷感と快適感の申告分布

暑い側寒い側を申告していても必ずしも不快側に感じ取っているとは限らない

暑い側 = 暖かいという結果⇒快適側に感じている

			温冷感						
			寒い側			中立	暑い側		
			かなり寒い	寒い	やや寒い	どちらともいえない	やや暑い	暑い	非常に暑い
温冷感申告換算値			-3	-2	-1	0	1	2	3
温冷感申告平均[-]			0.17						
温度的 快適感	不快側	不快である	0	0	0	0	0	0	0
		やや不快である	0	0	6	0	0	0	0
		快適でも不快でもない	0	0	11	22	11	0	0
	快適側	やや快適である	0	0	0	22	6	0	0
		快適である	0	0	0	17	0	0	6

単位：[%]

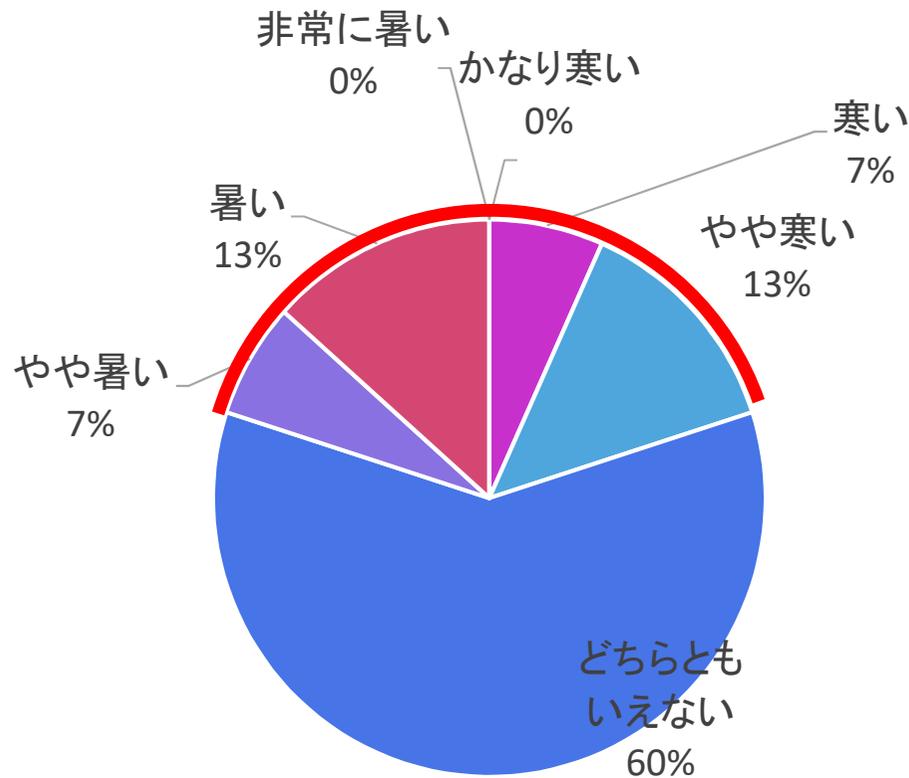
床吹出空調による頭寒足熱が快適側に影響している可能性

省エネ・快適性を提供する空調

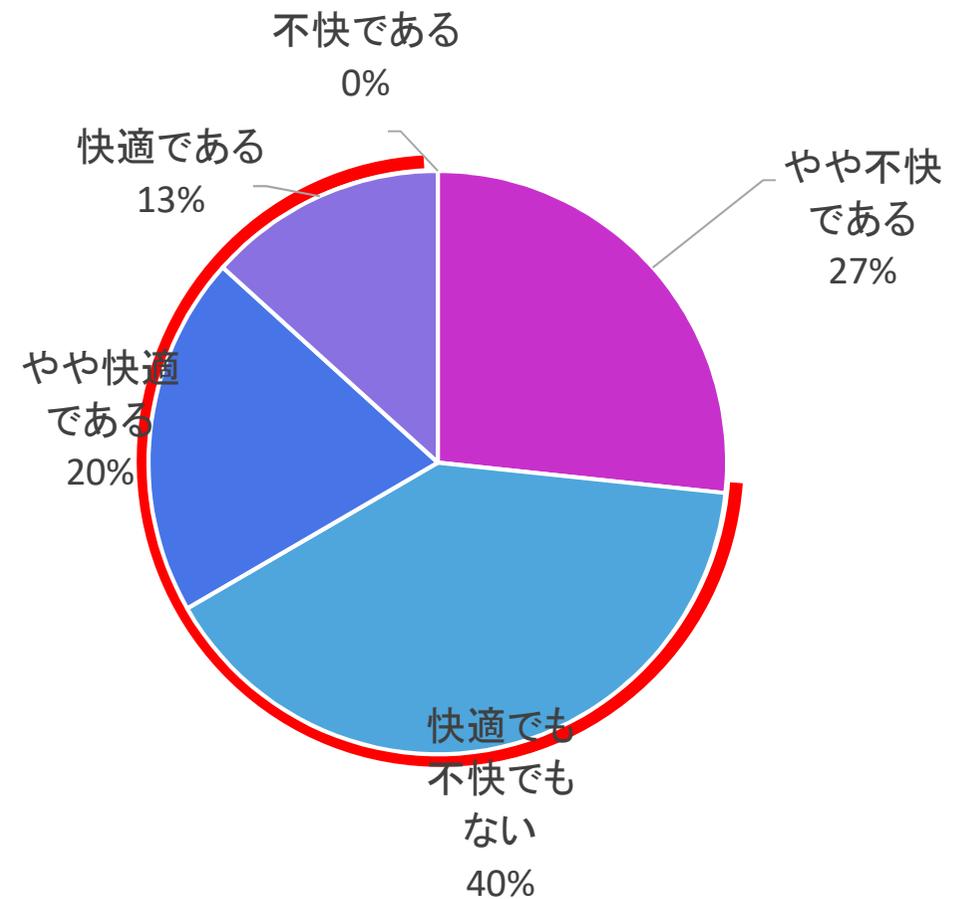
夏期の温冷感と快適感の申告結果

夏期の温冷感は暑い側と寒い側の申告数が4割

温度的快適感では「快適でも不快でもない」を含めると快適側の申告数が約7割



a)温冷感



b)温冷感の快適感

省エネ・快適性を提供する空調

夏期のアンケートによる温冷感と快適感の申告分布

- 暑い側寒い側ともやや不快の申告
- 寒い側の申告は4F、暑い側の申告は3F⇒足元を覆う仕器の違いや上履きの運用

			温冷感						
			寒い側		中立	暑い側			
			かなり寒い	寒い	やや寒い	どちらともいえない	やや暑い	暑い	非常に暑い
温冷感申告換算値			-3	-2	-1	0	1	2	3
温 度 的 快 適 感	不快側	不快である	0	0	0	0	0	0	0
		やや不快である	0	0	7	7	7	7	0
		快適でも不快でもない	0	7	7	20	0	7	0
	快適側	やや快適である	0	0	0	20	0	0	0
		快適である	0	0	0	13	0	0	0

単位：[%]

省エネ・快適性を提供する空調

夏期のアンケートによる温冷感と快適感の申告分布

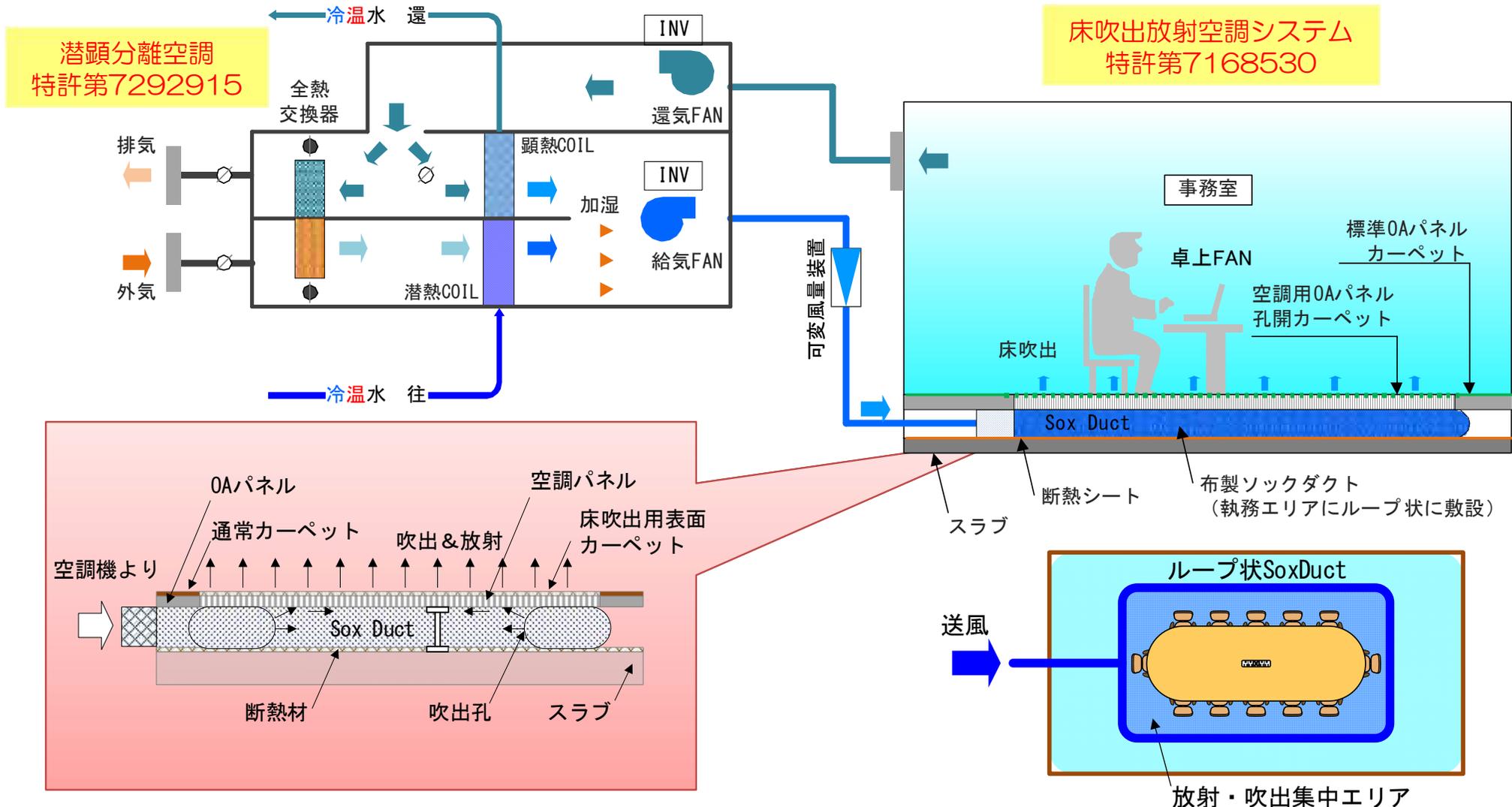
- 暑い側寒い側ともやや不快の申告
- 寒い側の申告は4F、暑い側の申告は3F⇒足元を覆う仕器の違いや上履きの運用

			4F執務者					3F執務者	
			寒い側			中立	暑い側		
			かなり寒い	寒い	やや寒い	どちらともいえない	やや暑い	暑い	非常に暑い
温冷感申告換算値			-3	-2	-1	0	1	2	3
温度的 快適感	不快側	不快である	0	0	0	0	0	0	0
		やや不快である	0	0	7	7	7	7	0
		快適でも不快でもない	0	7	7	20	0	7	0
	快適側	やや快適である	0	0	0	20	0	0	0
		快適である	0	0	0	13	0	0	0

単位：[%]

省エネ・快適を提供する空調

- 事務室の空調機は、潜熱と顕熱を分け熱交換を行い湿度も制御する潜顕分離空調機。
- 冷温水の大温度差を確保し搬送動力のミニマム化を図る。
- OAパネル床下に布製ソックダクトをループ状に敷き、施工性・更新性を高める。
- OAパネルへ接触させ伝熱による放射効果と微風速吹出によりドラフト感のない快適な室内環境を形成。



室内温熱環境

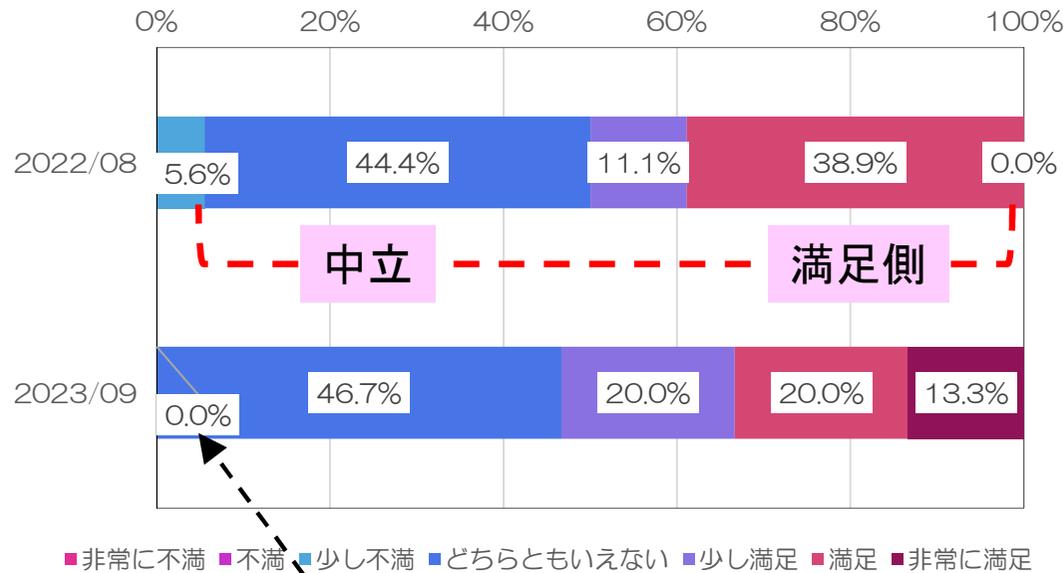
空気質

床吹出放射空調に対する結果

満足度は不満側ゼロ

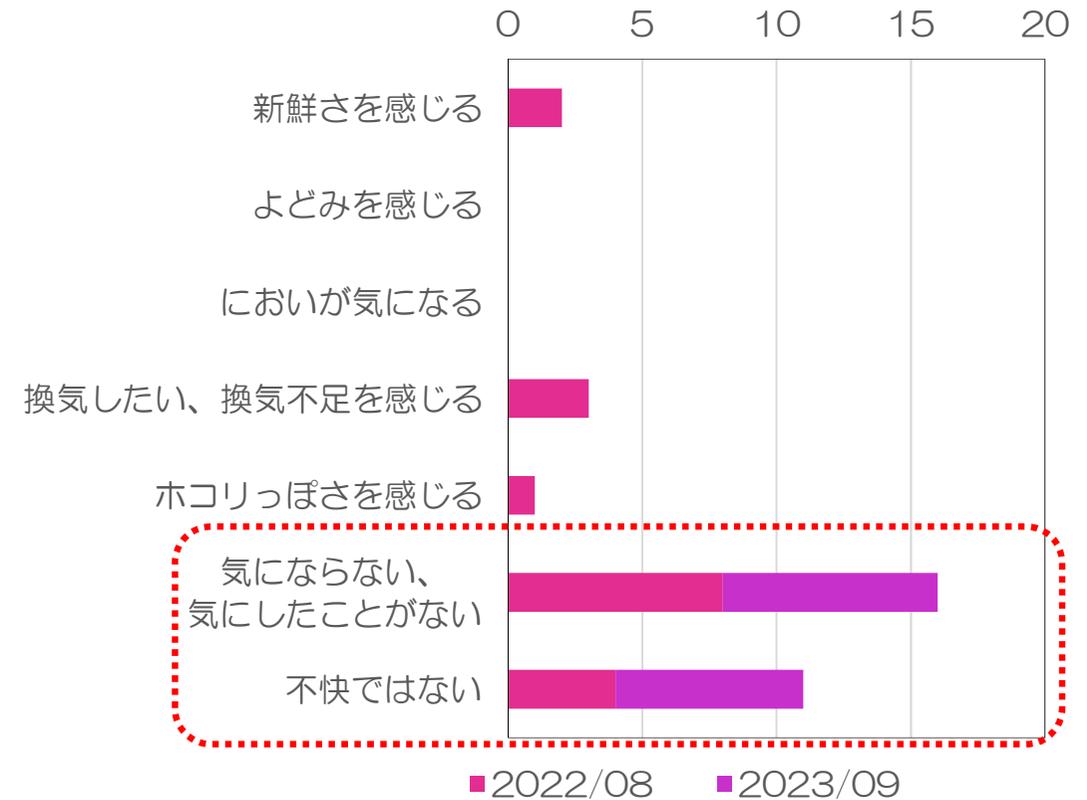


通気性のある床パネル



不満側ゼロ

a) 空気質



b) 空気質に当てはまる語句

執務環境

● アンケート概要

目的：計画と実利用の乖離を明確にする。ウェルネスオフィス、生産性に資する要素を抽出。

実施日時	2022/08、2023/09
回答者	30代～60代 男女
延人数	34人
回答方法	書面による一斉配布、回答後に回収
質問内容	温冷感、温度的快適感、気流感、湿度感、湿度的快適感、満足度（音、光、空気質、清掃）、建物評価、利用状況

執務環境

● 光・音：照明計画・雑音など集中力を妨げる要因の確認

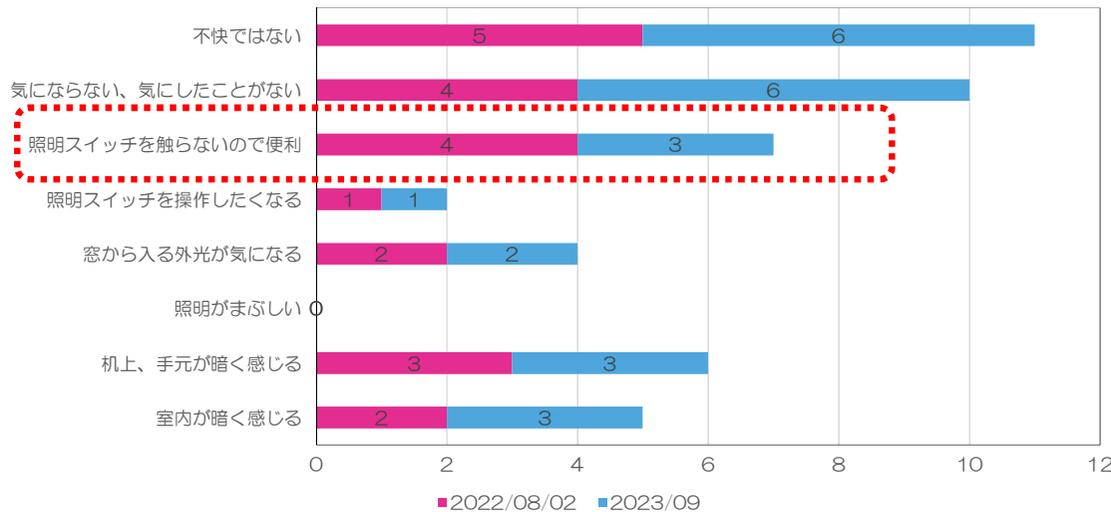
Q:該当する用語があれば全て選んでください

光環境：「不快ではない、気にならない、気にしたことがない」が最も多い

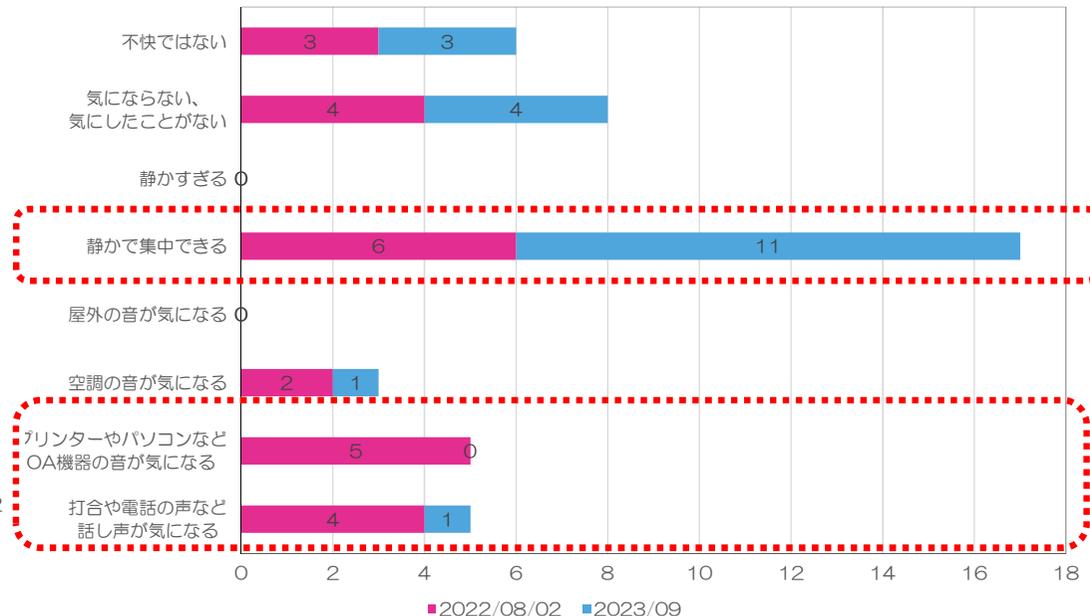
照明スイッチを押さないタッチレス計画は効果的であった

音環境：静かで集中できるという意見が多い一方で、OA機器や周囲の話し声が気になるという意見があった

光環境



騒音

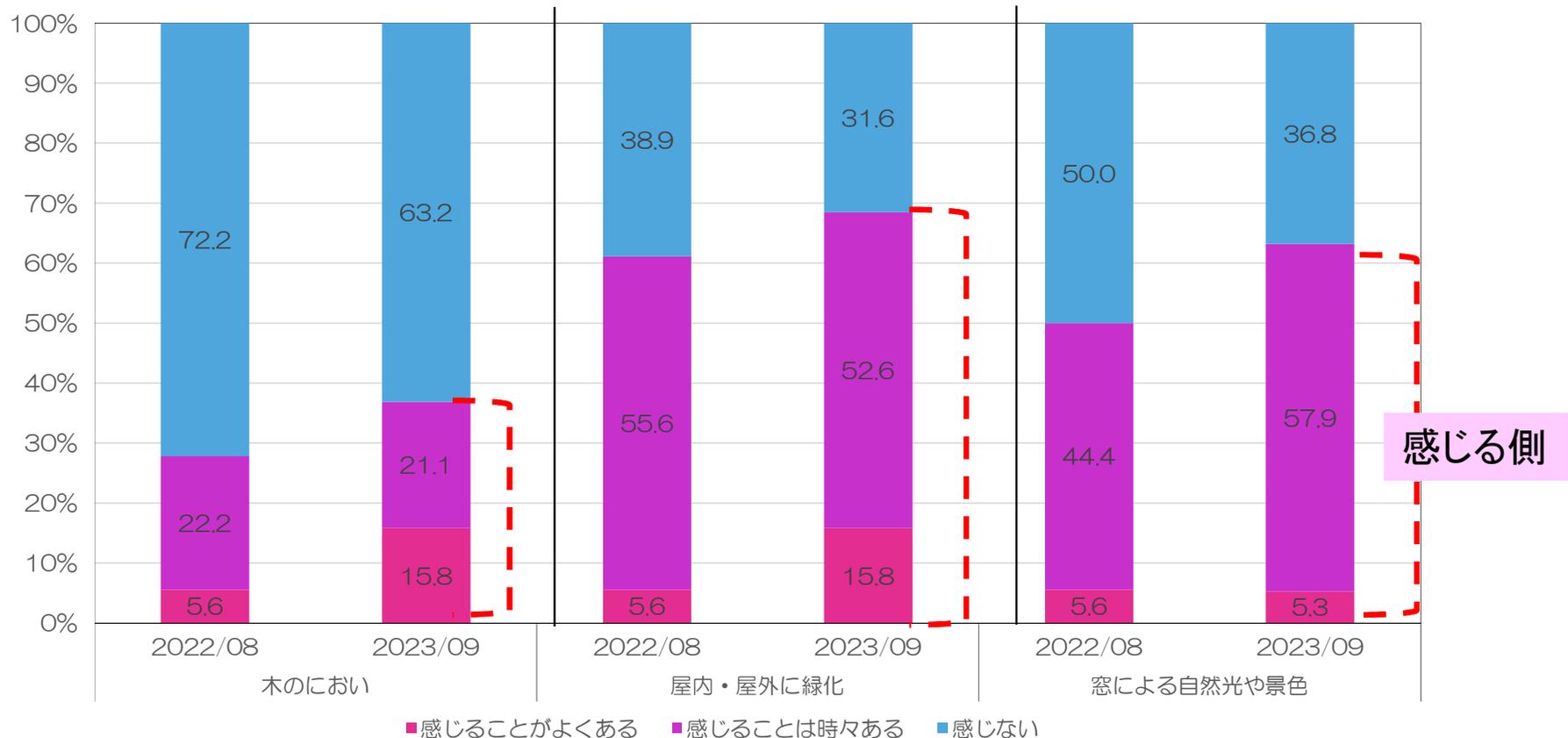


執務環境

● 自然享受:木造・木化・緑化が執務者の五感に対する影響

Q:木のにおい / 屋内・屋外緑化/ 窓による自然光や景色 を「感じるか」

- ・木の現しを積極的に採用した結果、「木のにおい」は30%程度の執務者が感じている
- ・外皮性能向上の為窓開口は多くないが、
窓から自然光や景色を感じる側は約60%、さらに緑化を感じる側は約70%
- ・2年間とも傾向は変わらず日常的に五感で自然を感じ取りながらに執務していることがわかる



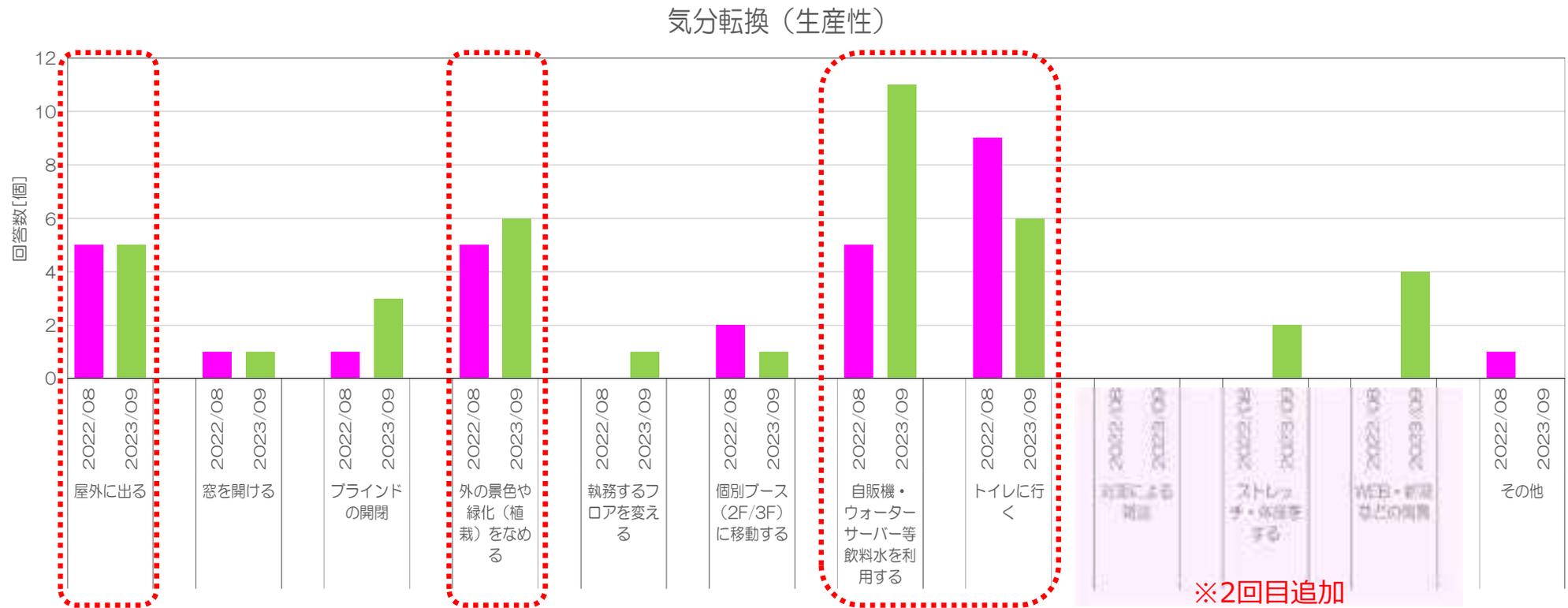
執務環境

●気分転換の行動：ウェルネスオフィスへのヒント

Q:気分転換として行う項目があれば全て選んでください

最も多い行動：飲料水を利用する、トイレに行く

更に、緑化や景色をみるという視覚情報と外気に触れていることが分かる



ウェルネスオフィスには、飲料水の提供やトイレの充実度が重要

まとめ および 今後

- ZEBの2年目の運用状況⇒NearlyZEBを達成！
- 各技術の実態評価・効果⇒一次エネルギー消費量の削減に向けて各技術の効果、運用改善のフィードバックを行っている状況を一部報告
- 執務者の利用状況⇒アンケートを実施し、一部報告

計画に対して、建物の性能検証・運用確認を実施し、収集したデータ解析と運用管理へのフィードバックする

⇒運用管理を見据えた計画、付加価値を創出

竣工がゴールとなりがちで運用と途切れやすい慣習を脱却が必要



今後加速するホールライフカーボンでも運用の比重は大きく、取り組みの重要性

ご清聴ありがとうございました



熊谷組グループのSDGs

建設現場から社会課題の解決に取り組んでいます

熊谷組