

大阪大学キャンパスにおける カーボンニュートラルに向けたZEB化の取組み

2024年3月2日

大阪大学
サステイナブルキャンパスオフィス
環境・エネルギー管理部門長
准教授
鈴木 智博

1. 背景
2. 脱炭素のための取組み内容
3. 外国学教育講義棟（国立大学初のZEB Oriented棟）のZEB取組み
4. 薬学4号館（国立大学初の新築ZEB Ready研究棟）のZEB取組み
5. 今後の予定

キャンパス概要

項目	2022年データ
教職員	10,616人
学生	23,333人
延床面積	1,050,646㎡
500㎡以上の棟数	254棟
光熱費	55億円/年
一次エネルギー消費量	209万GJ/年
原単位	2077MJ/㎡年

吹田キャンパス



豊中キャンパス



箕面キャンパス



2020年4月
移転済み

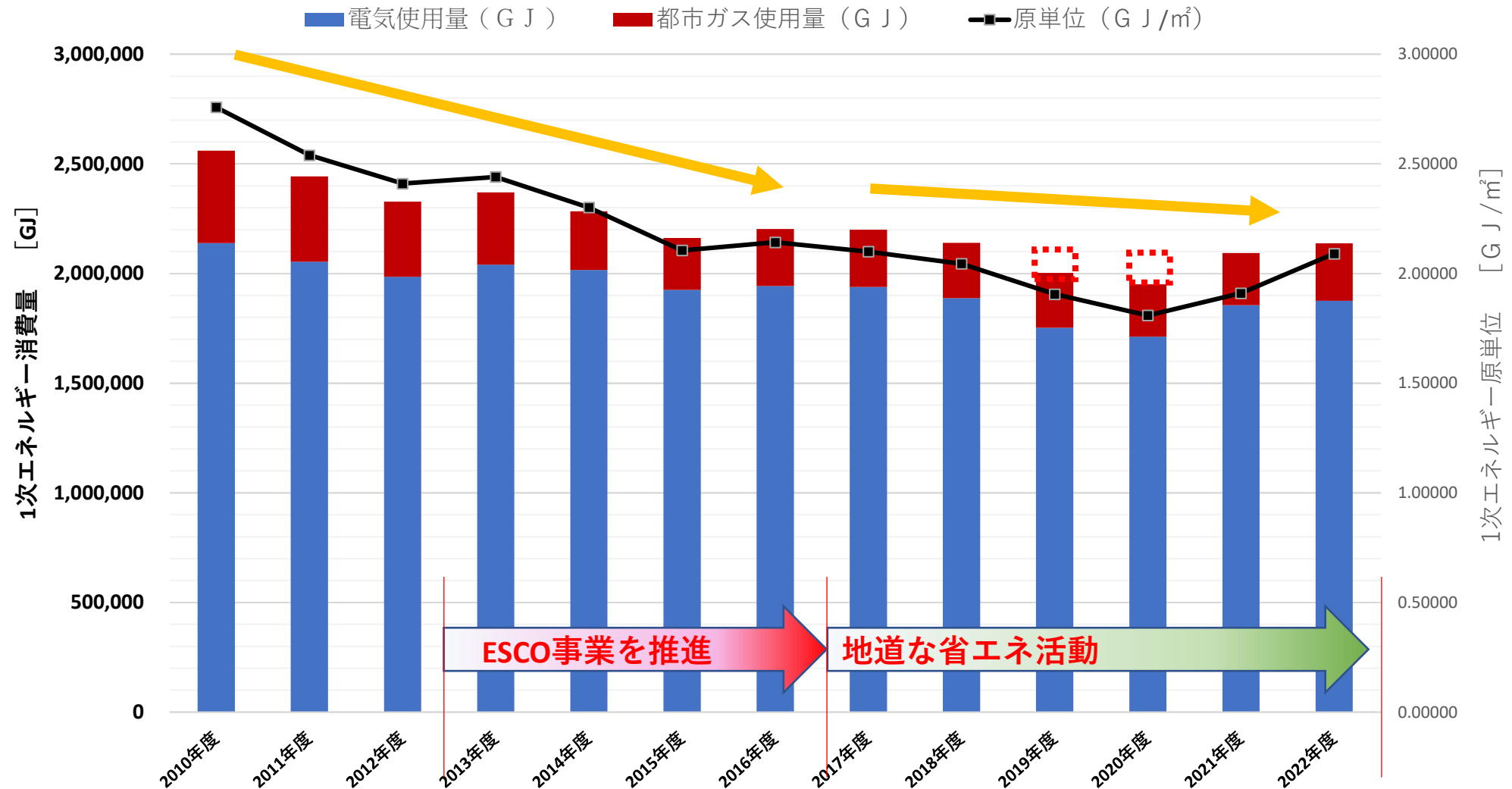
サステイナブルキャンパスオフィス（以下CSO）の主な活動

- 2012年、13年 大規模施設のESCO事業推進
（核物理研究センター、附属病院、レーザー研）
⇒2010年比原単位19%削減
- 2015年 外部へのPR（省エネ大賞受賞）
- 2017年～新築の箕面キャンパスの省エネ計画監修

しかし、学内に多くの分散する空調機、照明施設については省エネ施策はあまり進んでいない。

阪大エネルギー分析の現状報告

■一次エネルギー消費量と原単位の推移



核物理研究センターの実験施設改修による未使用分 ⇒ 例年通りなら19年、20年は微減、22年はコロナ明けで増加

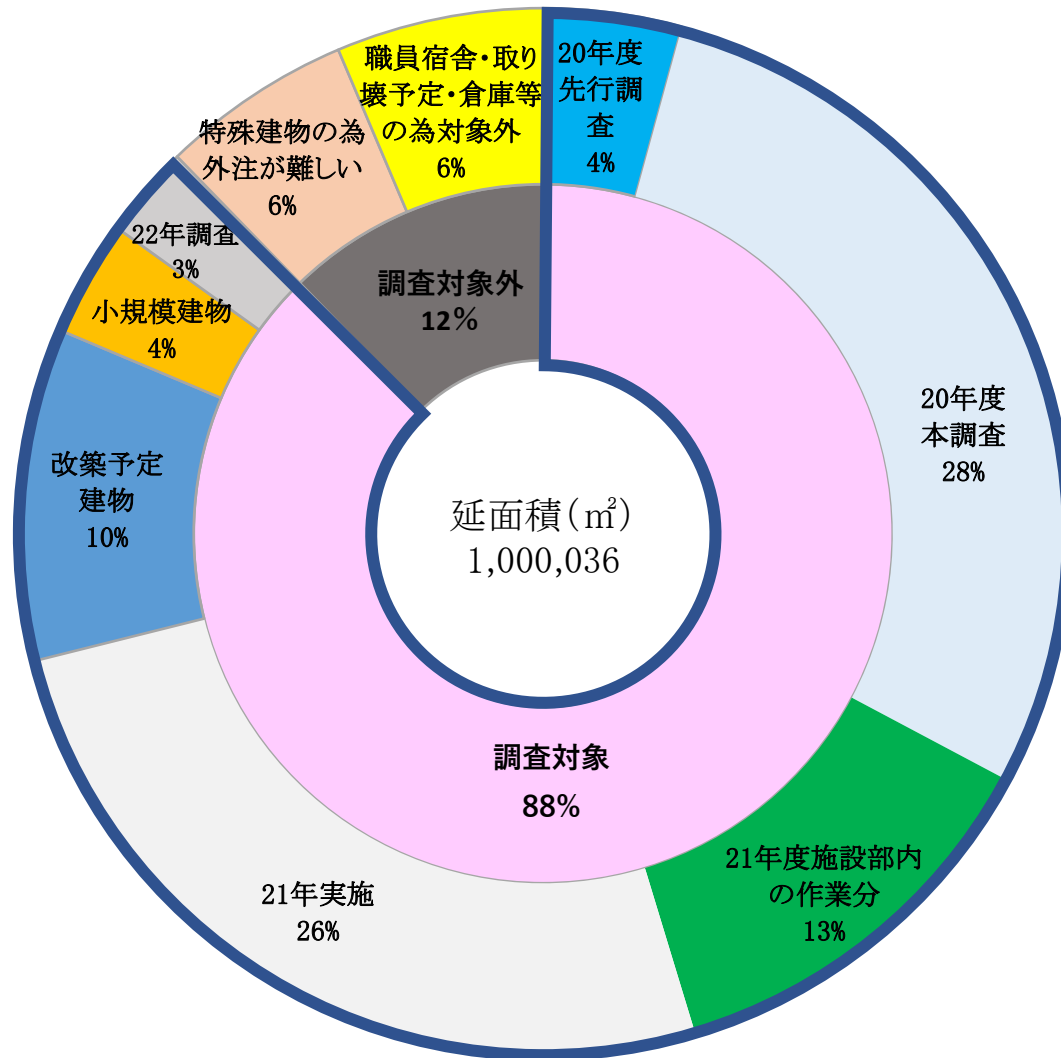
削減のための日程

項目	2020		21		22		23		24	
	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下
①学内の空調・換気、照明設備の調査と改修効果試算	[Progress bar from 2020 Upper to 2022 Lower]									
・ 初期調査による課題出しと調査項目決定 (10棟)	[Progress bar from 2020 Upper to 2020 Lower]									
・ 本調査 (残りの全棟)	[Progress bar from 2020 Lower to 2022 Lower]									
②代表建物におけるエネマネによるCO2削減手法の効果検証	[Progress bar from 2020 Upper to 2024 Lower]									
・ 代表建物の計測、効果検証 (理系、ビルマル納入棟2棟)	[Progress bar from 2020 Upper to 2021 Lower]									
・ メーカー別エネマネ効果検証 (提案、選定、効果検証)	[Progress bar from 2020 Lower to 2022 Lower]									
③代表建物における改修によるCO2削減手法の効果検証	[Progress bar from 2021 Upper to 2024 Lower]									
・ 代表建物の新築ZEB化と省エネ改修と効果検証	[Progress bar from 2021 Upper to 2023 Lower]									
・ 改修におけるPDCAの定型化と継続	[Progress bar from 2022 Upper to 2024 Lower]									
④中期目標設定と削減計画立案	[Progress bar from 2021 Upper to 2022 Lower]									

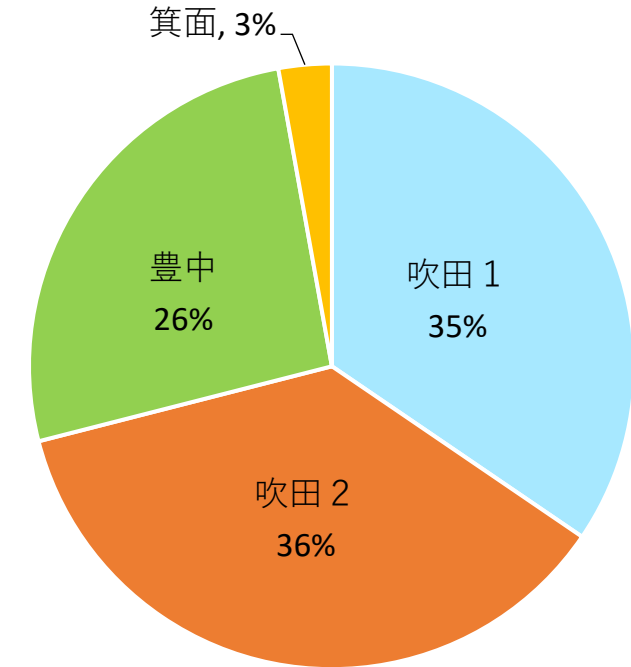
参考) 空調機の調査結果

■ 進捗状況

2020~2022年度 先行・R2・R3・R4調査



青枠の内訳



青枠：調査済分

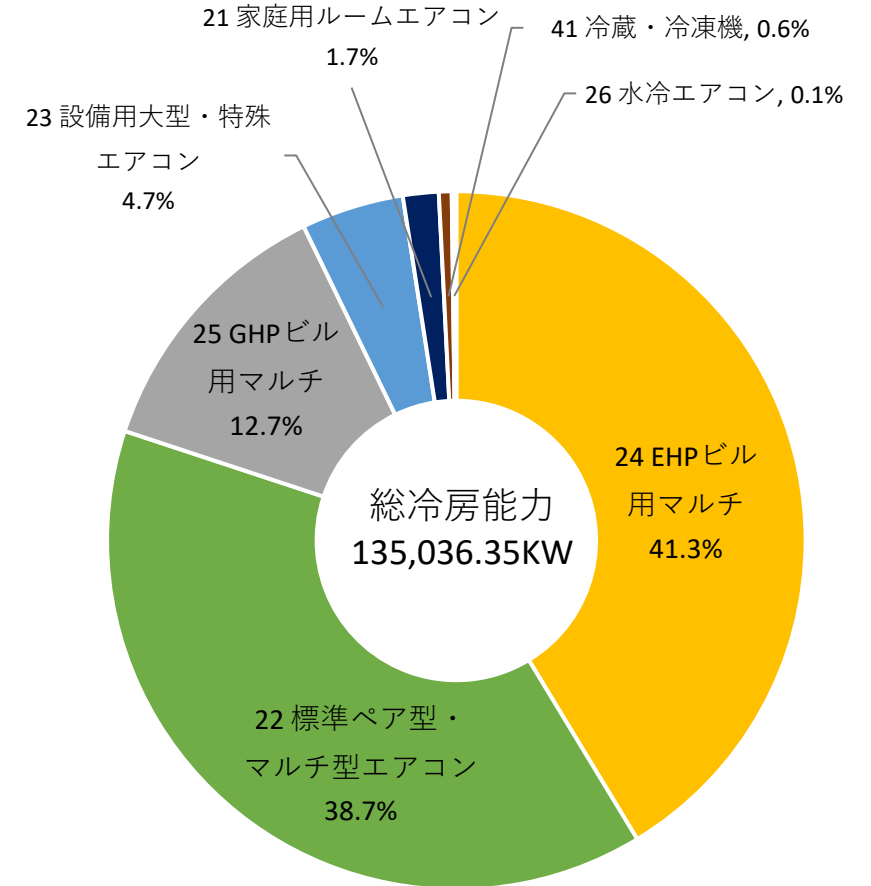
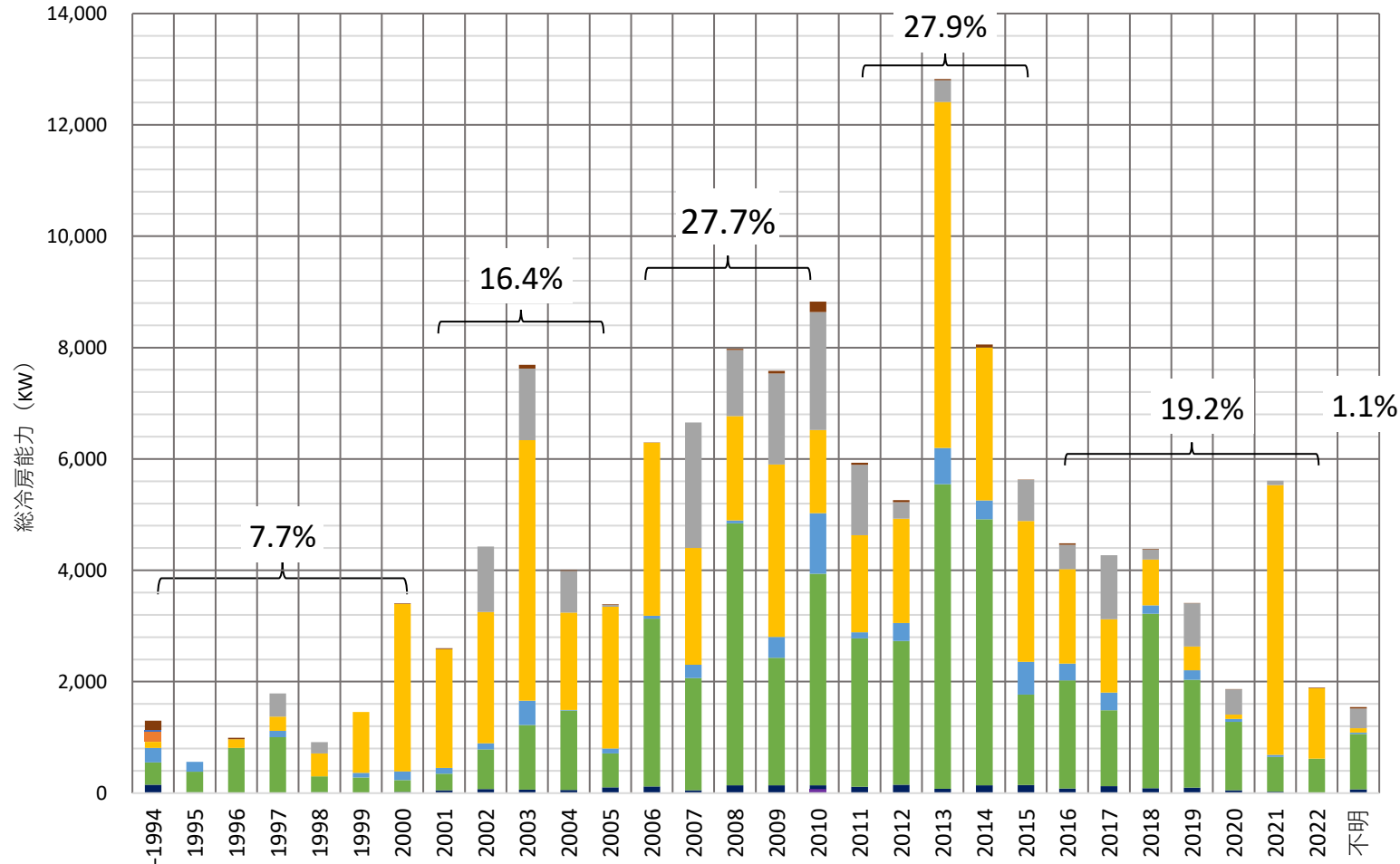
261棟分 (87.74万m²)

※22年調査は図面調査にて実施

参考) 空調機の調査結果

■ 261棟 (87.74万㎡) 分の空調調査結果 9,572台

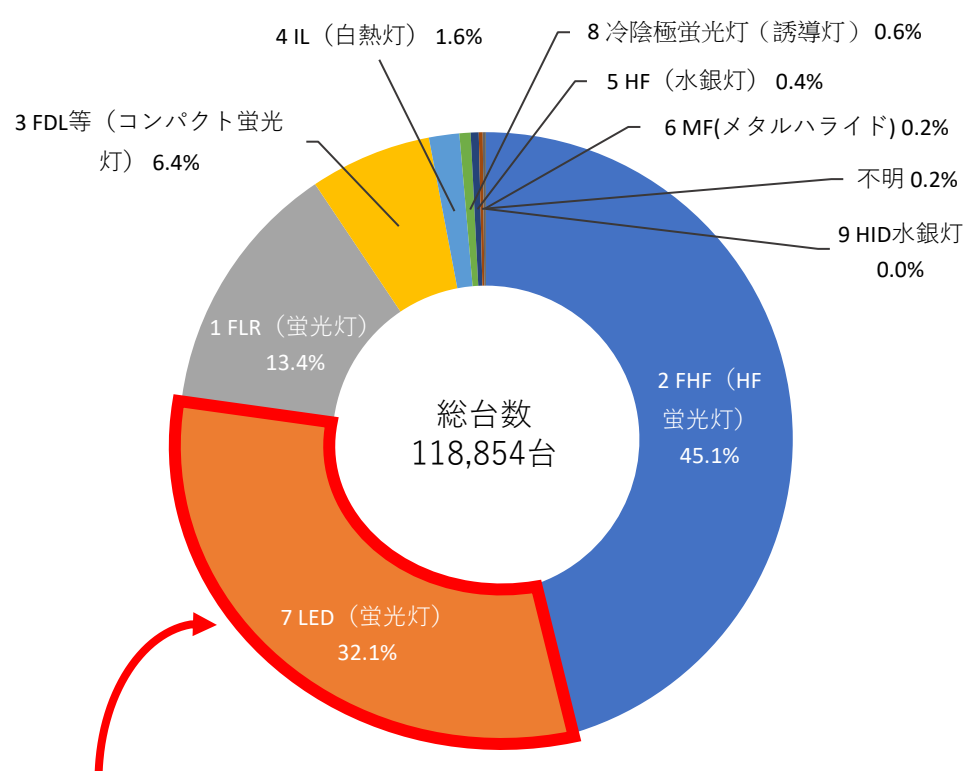
- 14 外気処理空調機
- 21 家庭用ルームエアコン
- 22 標準ペア型・マルチ型エアコン
- 23 設備用大型・特殊エアコン
- 24 EHPビル用マルチ
- 25 GHPビル用マルチ
- 26 水冷エアコン
- 27 その他エアコン
- 41 冷蔵・冷凍機



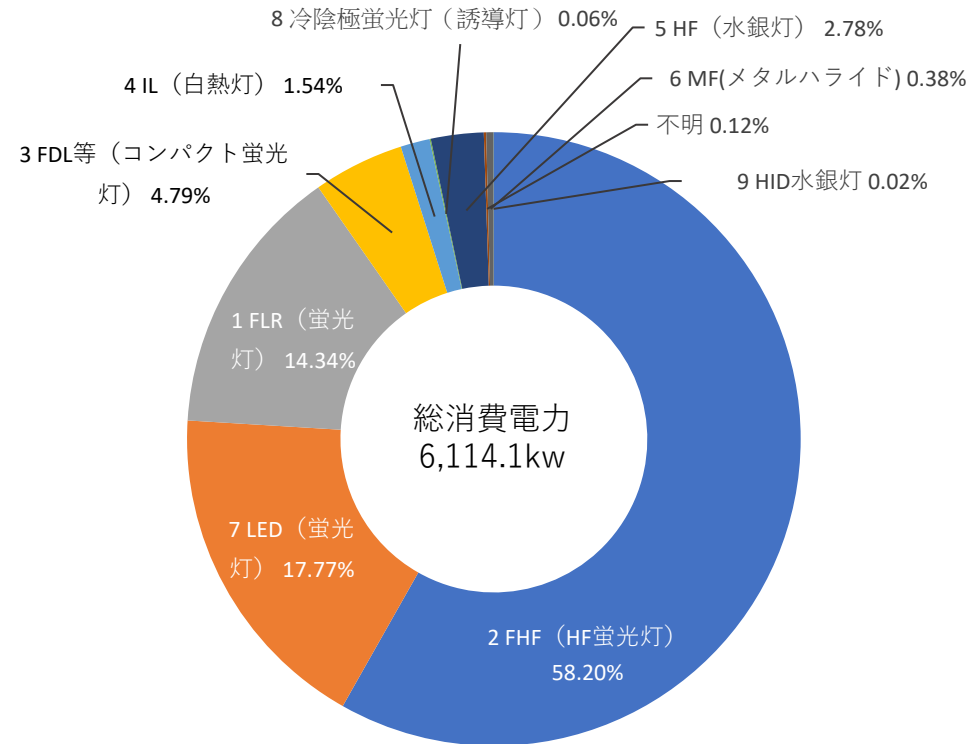
参考) 照明の調査結果

■ 234棟 (72.38万㎡) 分の照明調査結果

✓ 照明の3年以内のLED照明への更新 照明▲50%減



LED化率⇒ **32.1%**



⇒ 対投資効果の大きい照明のLED化の推進

阪大のエネルギー基本方針の見直し（2022年2月改定）

■ 中期目標

大阪大学全体で、エネルギーの使用に係る原単位*を毎年平均1%以上削減し、2030年度までに2013年度と比べて**26%以上**削減するとともに、温室効果ガス排出量の**55%以上削減**を目指し、さらに、60%の高みに向け、挑戦を続けていく。また、2050年度までにカーボンニュートラル達成を目指す。

*エネルギーの使用に係る原単位：エネルギー使用量÷延床面積（単位：J/m²）

■ 中期目標を達成するための基本方針

- エネルギー使用量及び温室効果ガス排出量の削減に効果があり、かつ大阪大学の教育・研究・社会貢献のアピールに資するオリジナリティの高い計画を策定する。
- エネルギー使用量及び温室効果ガス排出量の削減と同時に、良好な教育・研究・執務環境を確保することに留意した削減計画を策定し、教職員・学生等の全構成員の協力により実現を目指す。
- 新築、増築、改築もしくは大規模の改修をしようとする建築物に対しては、エネルギー使用量及び温室効果ガス排出量の削減のための配慮を、企画・設計・施工段階から組み込み、**ZEB Ready**を達成するよう配慮することを原則とする。
- 大学キャンパスをイノベーション・コモンズ（共創拠点）として、環境・エネルギー分野の学内研究機関や近隣の地方公共団体との共創により、環境負荷の軽減に努める。
- エネルギー使用量及び温室効果ガス排出量の削減を推進するための財源を確保する。

■ 基本方針に基づく計画

● 照明のLED化100%

教育研究上の支障がある場合を除き、既存設備を含めたキャンパス全体の**LED照明の導入割合を100%**とする。また、原則として調光システムを併せて導入し、適切に照度調整を行う。

● メガソーラーの実現

できるだけ早期にキャンパス全体の太陽光発電設備**容量1メガワット**とする。新たに整備する建築物には、可能な限り太陽光発電設備を設置し、発電量の増大を図る。必要に応じ、**PPAモデルの活用**も検討する。

● 経年20年以上の空調設備の更新

2010年度以前に設置された空調設備（**2030年度までに経年20年以上となる空調設備**）を更新する。単なるリプレイスではなく、**実態に即した空調能力や空調方式、機種種別の最適化**を進め、また、**遠隔管理によるエネルギーマネジメント**を組み合わせることにより最大限の省エネルギー・脱炭素化を図る。

● 実験機器の省エネ調査、運用改善・更新計画立案

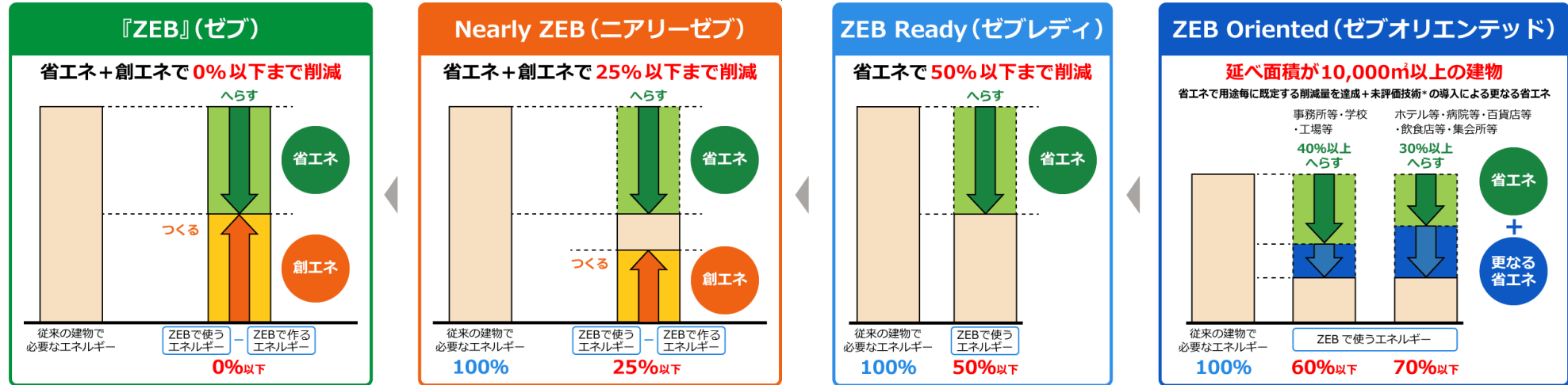
本学のエネルギー使用量の約半分を占める実験機器等について、調査に基づき、より効果的な運用改善・更新計画を立案し実施する。

● CO2排出係数の低いエネルギーの調達

エネルギーの調達にあたっては、よりCO2排出係数の低い事業者との契約や、再生可能エネルギーの比率を高めるよう努めるものとする。

ZEB取組み進捗状況

STEP1 ZEBとは？



*WEBPROにおいて現時点で評価されていない技術

ZEB Ready以上とするためには50%以上の省エネ (BEI=0.50以下) が必要

- ※1. 用途別に省エネ率が異なる
事務所・学校・工場等 : 40%以上
ホテル・病院・百貨店・飲食店・集会所等 : 30%以上
- ※2. ZEBを評価するWEBPROにおいて現在評価されていない技術

阪大のZEBのコンセプト

大阪大学では、「**普及可能なZEB**」をコンセプトに次の設備導入を基本として取り組んでいる。

- ・ 特別な設備導入は基本しない。
- ・ 適正な容量の空調設備を導入する。
- ・ 高効率な空調機器を導入する。
- ・ ファン動力の小さいカセット型室内機を優先する。
- ・ 換気は全熱交換器を優先する。
- ・ 空調機はエネルギーマネジメントを行うために空調コントローラ（遠隔監視含む）を設置する。
- ・ 照明はLEDとし人感・照度制御を導入する。
- ・ Low-E複層ガラスを採用する。

外国学教育講義棟（国立大学初のZEB Oriented棟）のZEB取組み

■ 建物概要



施設概要

所在地 大阪府箕面市
用途 研究講義棟
竣工 2020年12月
建築面積 6,000㎡
延床面積 24,897㎡
構造 鉄骨造
階数 地上10階

ZEB導入設備

高効率マルチエアコン
室内機にはカセット型を多用
換気は全熱交換器
LED照明+調光、人感センサー
Low-E複層ガラス

ZEB評価

ランク: ZEB Oriented
レアルズ: 平成28年省エネルギー基準
省エネルギー率: 42%減
一次エネルギー消費原単位
691MJ/㎡・年

外国学教育講義棟（国立大学初のZEB Oriented棟）のZEB取組み

■建物内部の写真



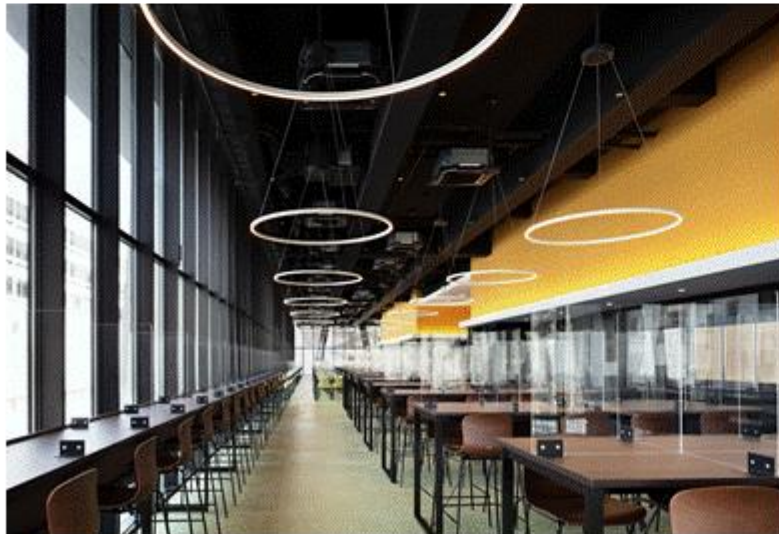
1F 記念ホール



1F エントランス



1F 大講義室



3F 食堂客席



3F 食堂談話スペース

外国学教育講義棟（国立大学初のZEB Oriented棟）のZEB取組み

■建物内部の写真



5F 学生交流スペース



5F プレゼンテーションスペース



6F 学生交流ラウンジ



6F 講義室大



9F 研究室エリアの廊下



屋上 太陽光発電パネル（25kW）

■エネルギー分析の流れ

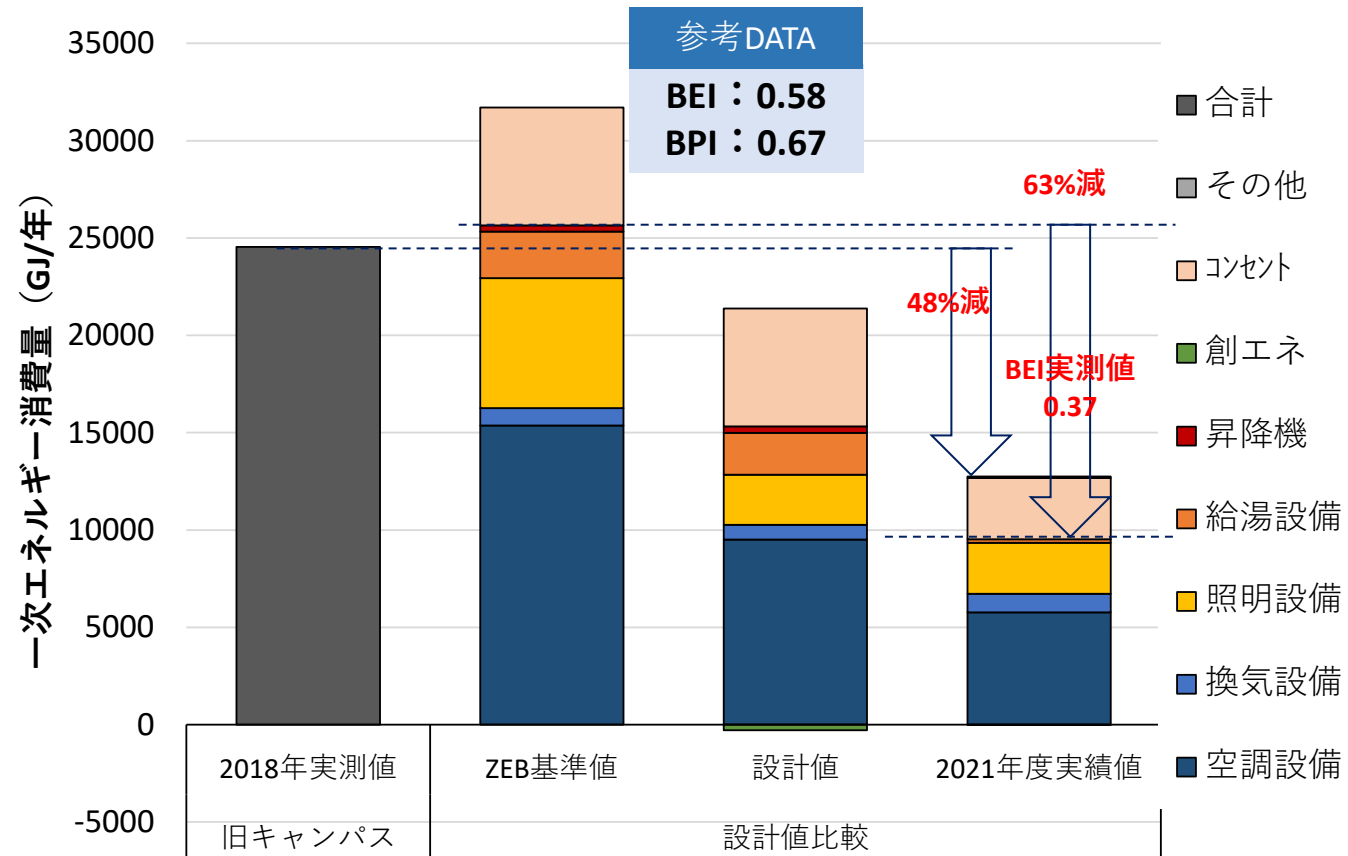
- ① 建物全体の1次エネルギー消費量の分析
- ② ビル用マルチ空調機（室外機100台）の運転分析
- ③ 用途別の空調機器の運転分析
- ④ 今後の空調機器の省エネ改善項目とその試算結果

外国学教育講義棟（国立大学初のZEB Oriented棟）のZEB取組み

① 建物全体の1次エネルギー消費量の分析

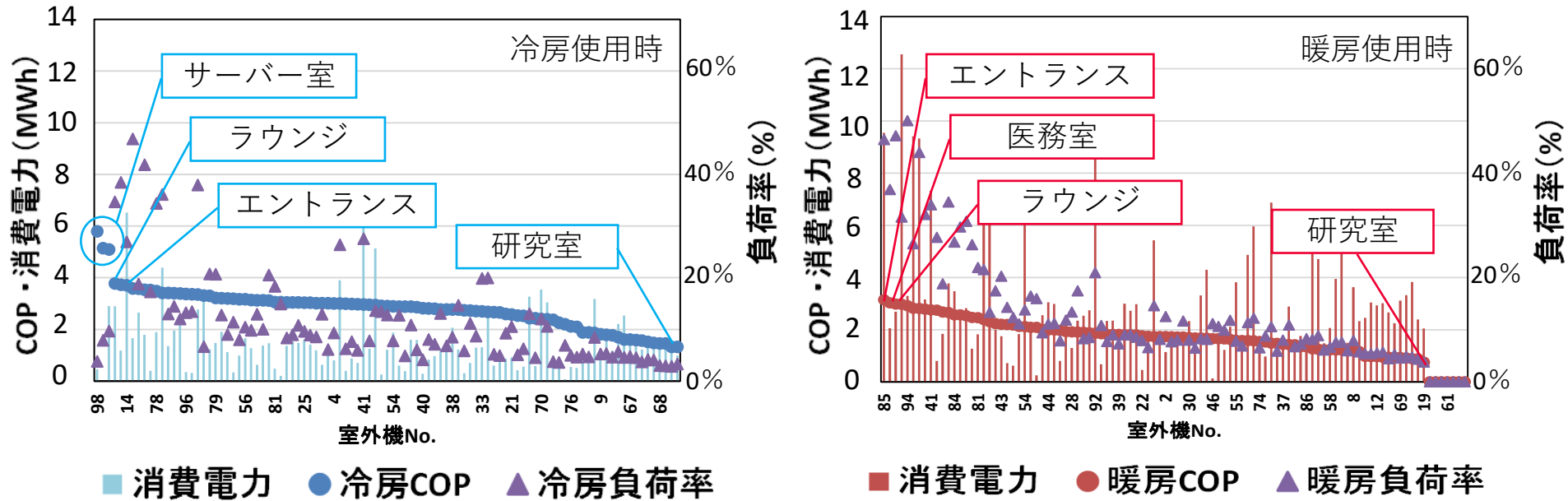


- ✓ BEI=0.58（太陽光分0.01）にてBELS認証
- ✓ 旧キャンパスの実績値に比べ**48%減と大幅な削減できた**
- ✓ 現時点の実績では、WEBPRO計算結果より空調の省エネ効果が大きく、照明は同程度
- ✓ 空調遠隔監視により空調運転状況を分析中



外国学教育講義棟（国立大学初のZEB Oriented棟）のZEB取組み

② ビル用マルチ空調機（室外機100台）の運転分析

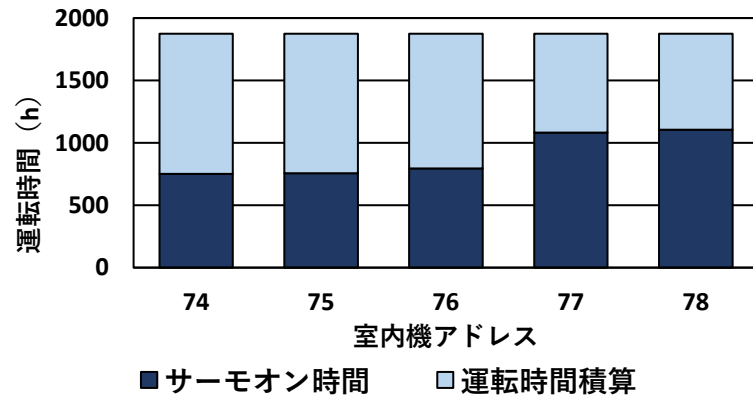
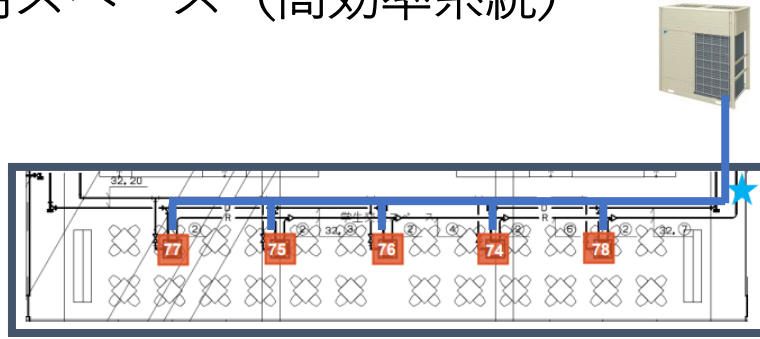


- ✓ 運転効率 = 処理熱量 / 消費電力
- ✓ 冷暖房時共に系統ごとの運転効率が大きくばらついている
- ✓ 冷房時はサーバー室や共用空間が高い効率で運転
- ✓ 暖房時は加えて風除室や置換換気採用の教室が高効率
- ✓ 低負荷系統は、冷暖房ともに7Fより上の研究室系統が中心

外国学教育講義棟（国立大学初のZEB Oriented棟）のZEB取組み

③ 用途別の空調機器の運転分析

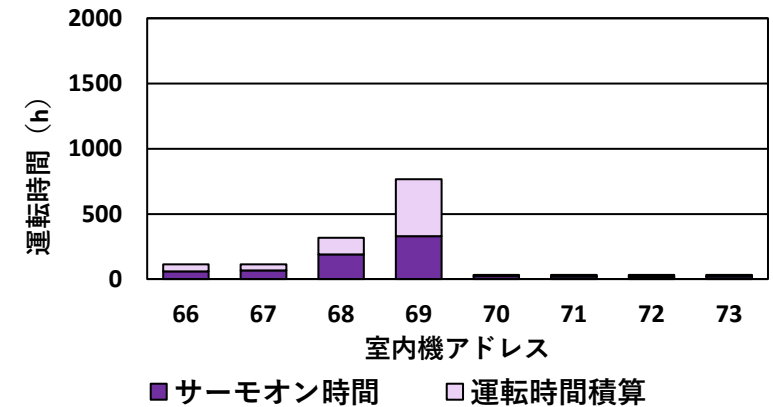
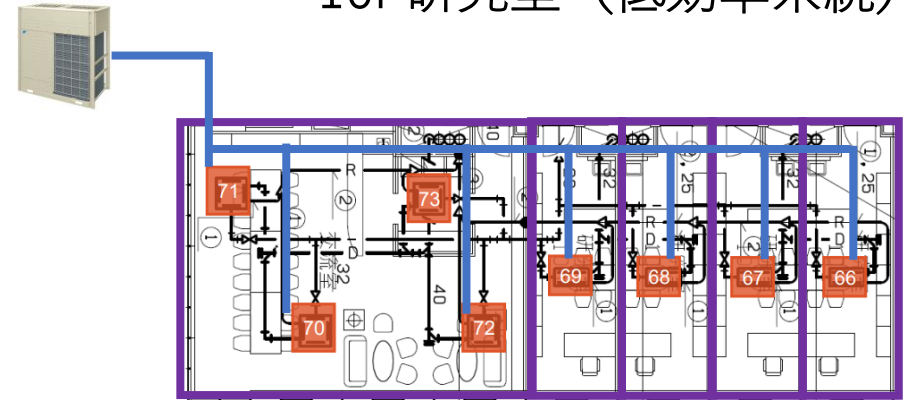
5F共用スペース（高効率システム）



一つのリモコンで系統内の全室内機を操作
→室内機の稼働が均等

常に一定数の利用者による均等な熱負荷

10F研究室（低効率システム）

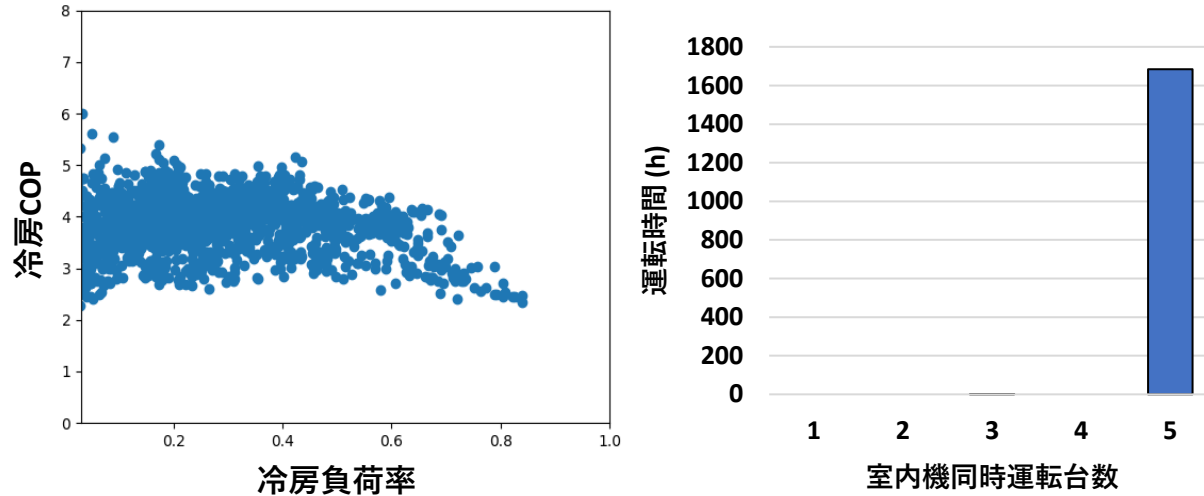


小規模な複数の部屋を一つの系統で
空調→室の利用状況の違いの影響
(一部しか定期的に稼働しない)

外国学教育講義棟（国立大学初のZEB Oriented棟）のZEB取組み

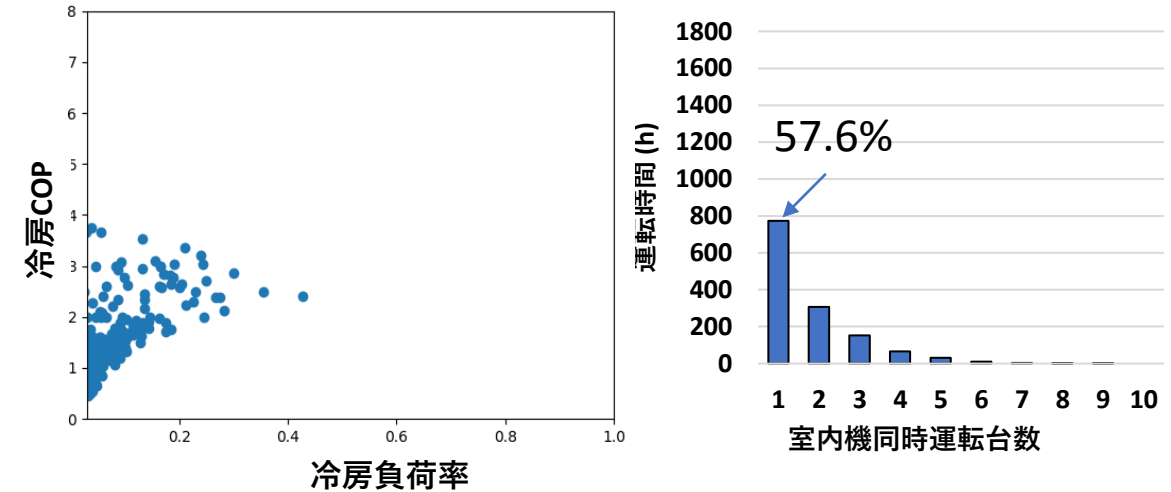
③ 用途別の空調機器の運転分析

共用スペース（高効率系統）



- ✓ 空調需要発生時には全ての室外機が同時に稼働している
- ✓ 空きコマや昼休みに多くの学生が利用しているため、一日を通じて熱負荷が存在

研究室（低効率系統）



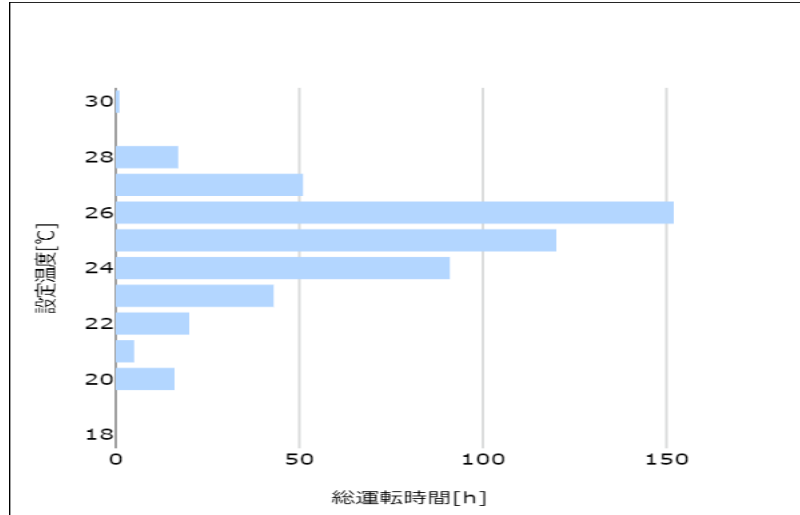
- ✓ 同じ系統に紐づけされている室内機が複数の部屋にまたがっている
- ✓ 部屋の利用状況にばらつきがあり、効率が低下している

外国学教育講義棟（国立大学初のZEB Oriented棟）のZEB取組み

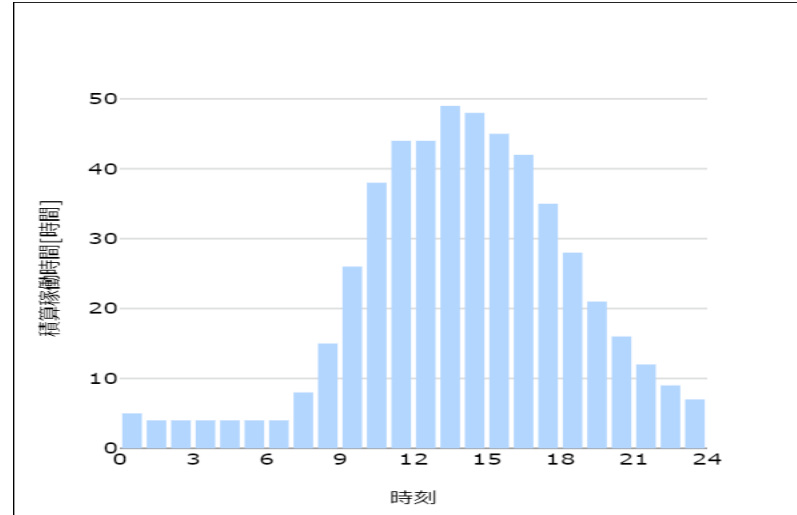
④ 今後の空調機器の省エネ改善項目とその試算結果

冷房

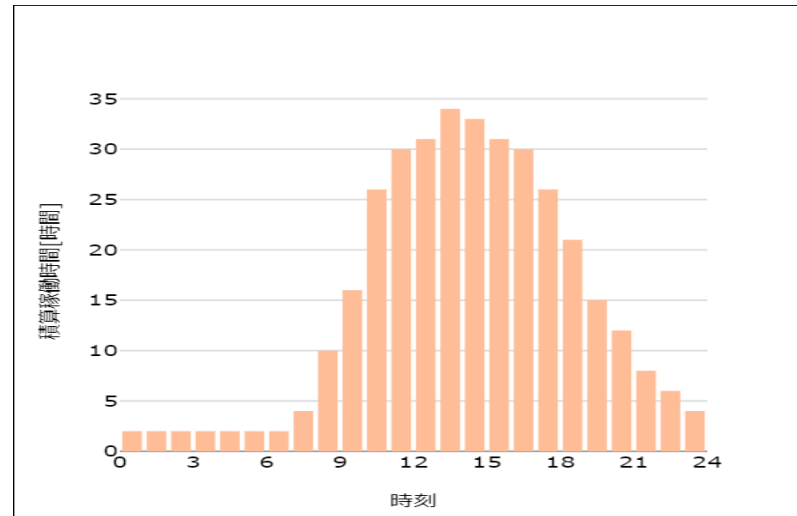
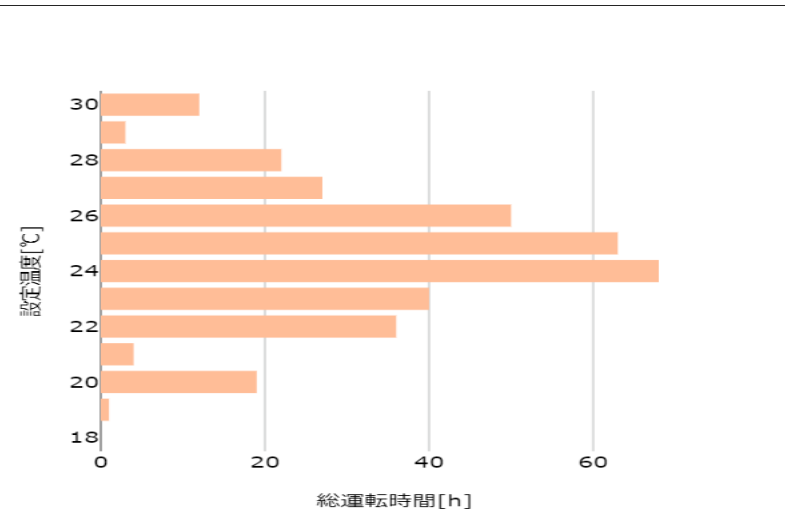
設定温度（650室内機平均）



積算運転時間（650室内機平均）



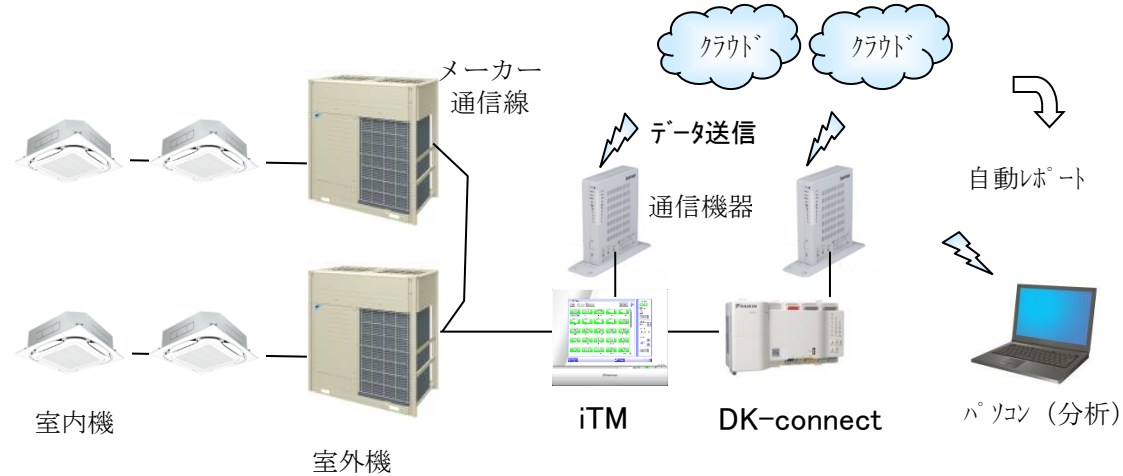
暖房



✓ 省エネとならない設定温度がみられる

✓ 夜間の消し忘れも存在する

④ 今後の空調機器の省エネ改善項目とその試算結果



- 空調機 高効率ビル用マルチ94台
 設備用空調機6台
 室内機 650台
 (天井カセット型573台
 天井インペイ型46台
 その他31台)

■ 試算結果

2021年

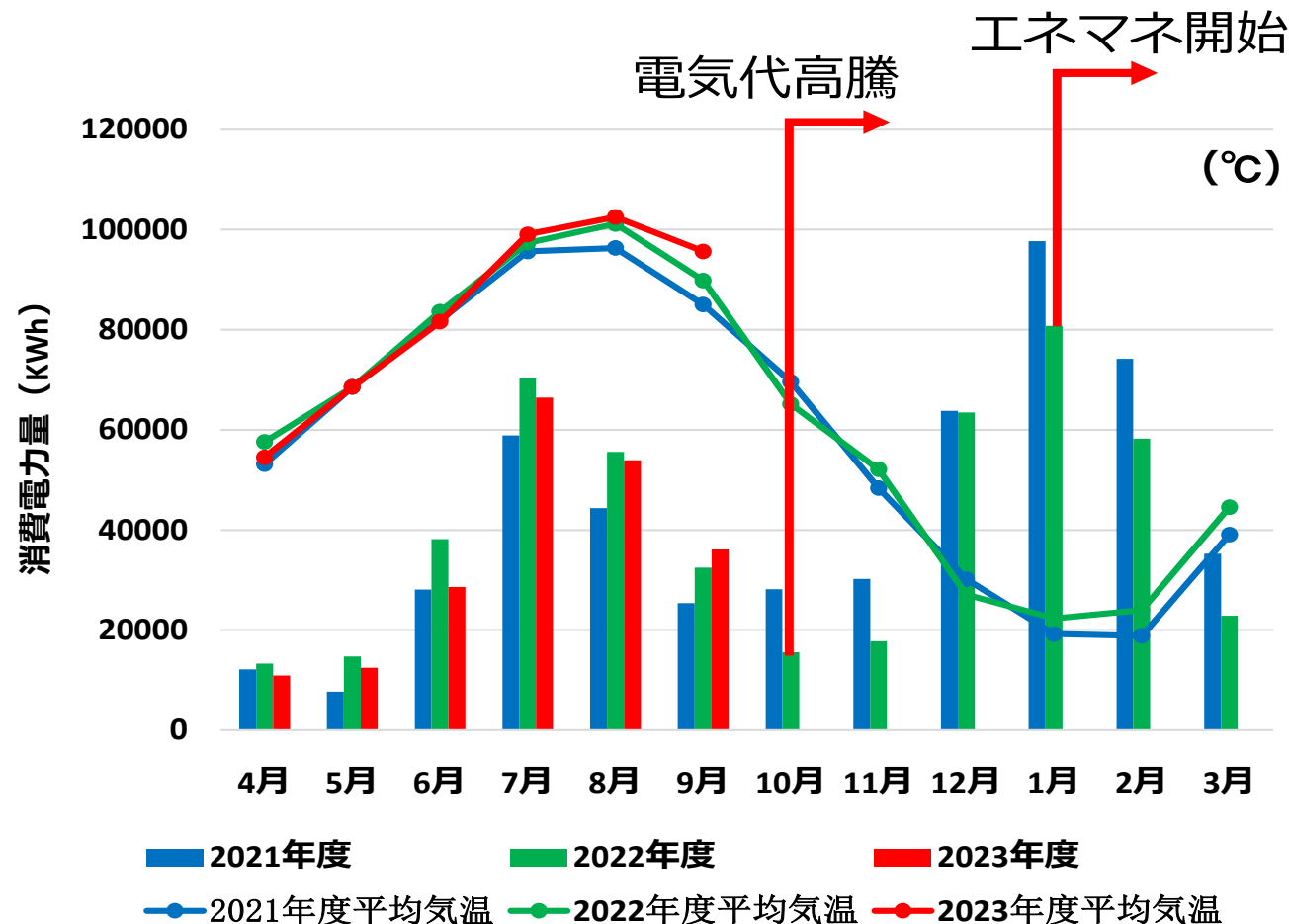
	空調想定削減率	想定削減電力量 kWh	制御内容	空調全体 kWh	建物全体 kWh
設定温度の上下限設定	6.9%	23,648	冷房24℃以上	342,042	1,024,590
消し忘れ設定			暖房26℃以下に制限		
冷媒温度制御	5.0%	17,102	省エネ優先		
全熱交換器の運用変更	5.0%	17,102	CO2制御+夜間間欠		
合計	16.9%	57,852			

外国学教育講義棟（国立大学初のZEB Oriented棟）のZEB取組み

エネマネの結果

- ・ 2023年1月より消し忘れ設定、設定温度制限のエネマネ実施（空調機の消費電力比較）

14.2%減（建物全体では5.0%減）



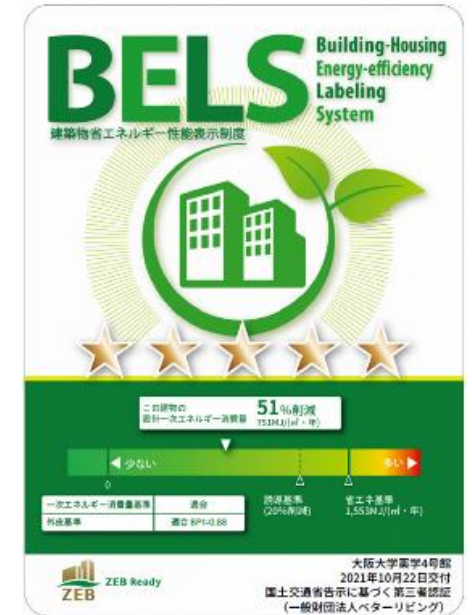
エネマネによる削減効果実績

項目	1-9月の実績	単位
2022年	431,736	kWh
2023年	370,387	kWh
削減量	61,349	kWh
削減%	14.2%	%
削減金額※	¥920,239	円
年換算	¥1,226,985	円

※従量料金のみ、15円/kWhで試算

薬学4号館（国立大学初の新築ZEB Ready研究棟）のZEB取組み

■ 建物概要



施設概要

所在地 大阪府吹田市
用途 研究講義棟
竣工 2022年1月
建築面積 1,075㎡
延床面積 3,387㎡
構造 鉄骨造
階数 地上4階

ZEB導入設備

高効率マルチエアコン
室内機にはカセット型を多用
換気は全熱交換器
LED照明+調光、人感センサー
Low-E複層ガラス

ZEB評価

ランク: ZEB Ready
レアルズ: 平成28年省エネルギー基準
省エネルギー率: 51%減
一次エネルギー消費原単位
751MJ/㎡・年

薬学4号館（国立大学初の新築ZEB Ready研究棟）のZEB取組み

■建物写真



1F実験室



4F実験室



開閉式トップライト



2F講義室



2Fカフェスペース



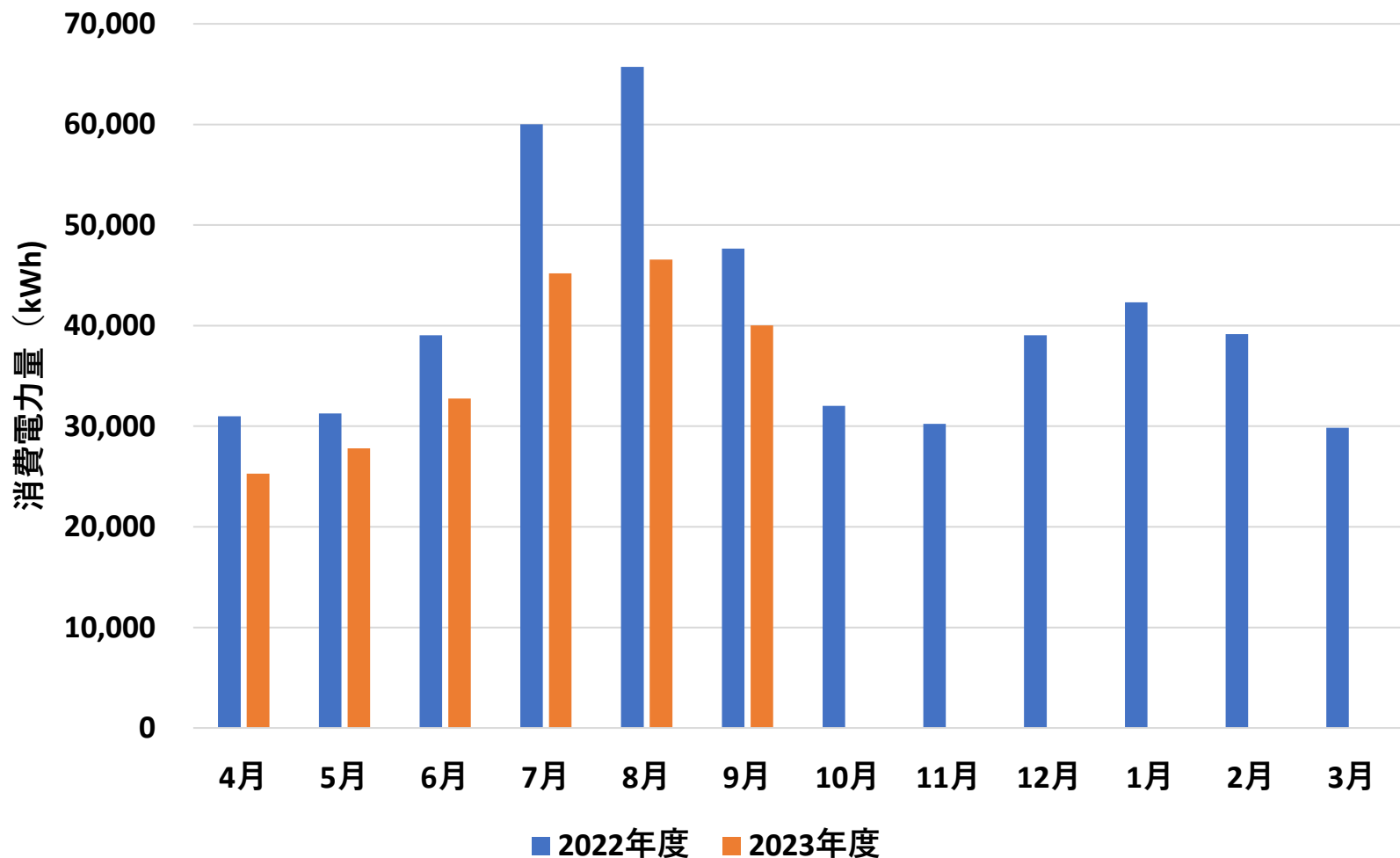
階段部分

薬学4号館（国立大学初の新築ZEB Ready研究棟）のZEB取組み

■4号館のエネマネの取組み結果

2023年1月より、消し忘れ防止制御、設定温度制限開始（建物全体の消費電力比較）

前年比（4月～9月）**20.8%**削減



エネマネによる削減効果実績

（2023年1月よりエネマネ実施）

項目	4-9月の実績	単位
2022年度	274,696	kWh
2023年度	217,621	kWh
削減量	57,075	kWh
削減%	20.8%	%
削減金額※	¥856,128	円
年換算	¥1,712,256	円

※従量料金のみ、15円/kWhで試算

ZEB取組み進捗状況

他大学に先行してZEB化の取組みを実施

⇒ 令和4年度 おおさか気候変動対策賞知事賞（最上位）受賞



実績			今後15棟以上のZEB化予定			
	2011年 11月	2020年 12月	2021年 12月	2024年度中	2024年度中	2025年度以降
	豊中C ■大学会館 	箕面C ■外国学研究講義棟 <small>① 外国語学部・言語文化研究科</small>  <small>② 日本語日本文化教育センター</small>	吹田C ■薬学4号館 	吹田C ■感染症研究棟※ 	豊中C ■共創棟 7階建て 計画中	GIFT事業 ■吹田アゴラ棟他数棟
ZEB取組み	文化財建築の 改修ZEB 実績BEI 0.18	国立大学初 ZEB Oriented棟  設計BEI 0.58	国立大学初 新築ZEB Ready研究棟  設計BEI 0.49	国立大学初 10,000㎡以上の ZEB Ready研究棟 設計BEI 0.50予定	ZEB Ready研究棟 設計BEI 0.50予定	ZEB Ready研究棟 設計BEI 0.50予定
所在地	大阪府豊中市	大阪府箕面市	大阪府吹田市	大阪府吹田市	大阪府吹田市	
建物種別	学校等	学校等	学校等	学校等	学校等	
階数	4階	10階	4階	10階	7階	
延床面積	4,200㎡	25,000㎡	約3,500㎡	約16,000㎡	約5,000㎡	

※デザイン監修安藤忠雄建築事務所

今後の予定

項目	2020		21		22		23		24	
	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下
①学内3キャンパスの空調・換気、照明設備の調査										
・初期調査による課題出しと調査項目決定（10棟）	▶									
・本調査（残りの全棟）			▶							
・実験設備の調査と対策実施					▶					
②代表建物におけるエネマネによるCO2削減手法の効果検証										
・代表建物の計測、効果検証（理系、ビルマル納入棟2棟）	▶									
・メーカー別エネマネ効果検証（10棟）			▶							
・各部局担当者による自前エネマネ推進					▶					
③代表建物における改修によるCO2削減手法の効果検証										
・代表建物の改修と効果検証			▶							
・ZEB検証と改修におけるPDCAの定型化と継続			▶							
・ZEB化推進			▶							
④中期目標設定と削減計画立案とルール化	▶									