

学校エコ改修の事例

③大阪大学会館

2017年10月27日

大阪大学大学院工学研究科

環境・エネルギー工学専攻 教授

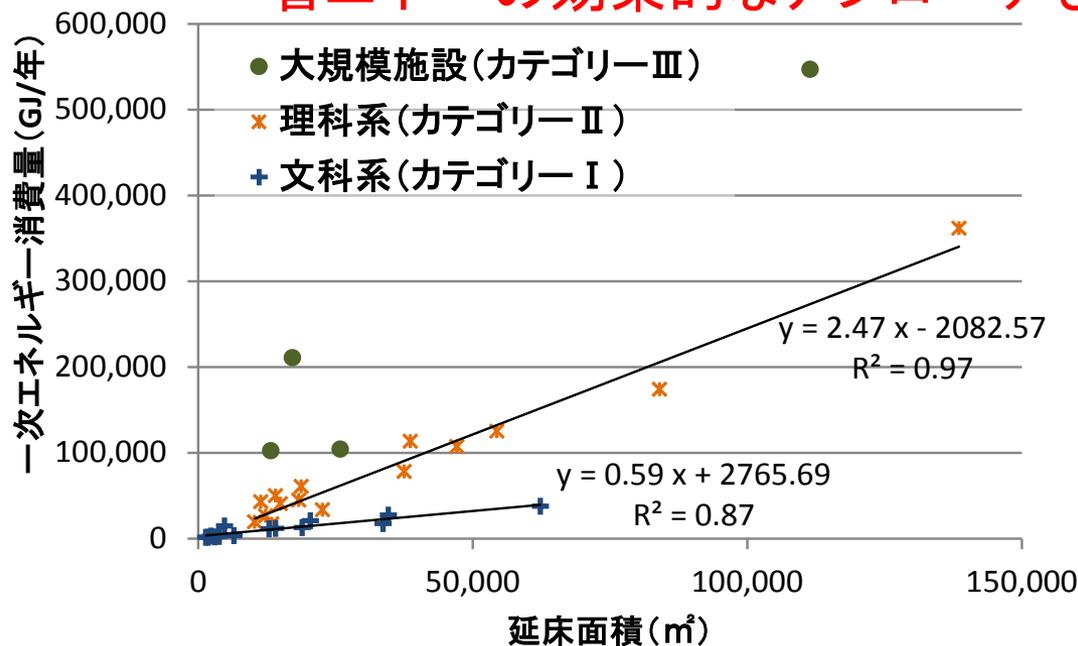
下田 吉之

大阪大学のエネルギー消費実態

■各部局の延床面積と一次エネルギー消費量

文科系と理科系ではエネルギー消費密度に大きな違いがある。

→省エネへの効果的なアプローチも違う



カテゴリ分類

カテゴリ	建物分類	部局名称
カテゴリ I (文科系)	文科系・文科系研究施設	文科系学部・研究科 (文学・人間科学・外国語学・法学・経済学)、言語文科研究科、社会経済研究所等
	本部・福利施設・共同施設	本部事務機構、保健センター、福利会館、総合学術博物館等
カテゴリ II (理科系)	理学系	理学部、理学研究科
	医学系	医学部、医学研究科
	歯学系	歯学部、歯学研究科、歯学部附属病院
	薬学系	薬学部、薬学研究科
	工学系	工学部、工学研究科
	基礎工学系	基礎工学部、基礎工学研究科
	情報科学系	情報科学研究科
	生命機能系	生命機能研究科
理科系研究施設	微生物研究所、産業科学研究所、蛋白質研究所、接合科学研究所、免疫フロンティア研究センター、理科系研究センター等	
カテゴリ III (大規模施設)	医学部附属病院	医学部附属病院
	全国共同利用施設	核物理研究センター、サイバーメディアセンター、レーザーエネルギー学研究センター

【一次エネルギー原単位 (H23年度)】

大規模施設 (カテゴリ III) : 5,738 MJ/㎡・年

理科系 (カテゴリ II) : 2,413 MJ/㎡・年

文科系 (カテゴリ I) : 765 MJ/㎡・年

2倍以上

3倍以上

大阪大学における省エネルギー対策

■ カテゴリー1: 文科系部局・事務系建物

- 一般の大学・オフィスに近いエネルギー消費実態
- 従来の省エネルギー対策(省エネルギー活動)を強化。
- 建築対策と空調・照明機器の大量調達による一括更新。

■ カテゴリー2: 理科系の研究施設

- 実験関係施設のエネルギー消費が大きい
- カテゴリー1の対策＋各専門領域に特有の省エネルギー対策(フリーザー、サーバー、ドラフトチャンバー)
- 専門領域毎に省エネルギーのノウハウを集約

■ カテゴリー3: 大規模施設(病院設備、核物理、レーザー等)

- 巨大な冷凍機などプラントを有する。エネルギー消費大
- カテゴリー1＋2の対策＋プラントとして、外部専門家による診断を含めた改修・運用改善を実施。

大阪大学会館

- 1928年3月、旧制浪速高等学校の校舎として建築、その後大阪大学旧教養部として使用。(豊中キャンパス)
- 設計:大阪府営繕部
- アールデコ調の意匠
- 2004年に国の登録有形文化財に。
- 2010年度耐震改修に当たり博物館など交流拠点として改修



省エネルギー改修の計画手順

- ①工学研究科建築工学コース(山中研)の学生による省エネルギー手法の提案。
- ②大阪大学施設部による省エネルギー手法のメニューの決定。
- ③同環境・エネルギー工学専攻山口助教(当時)・下田による対策効果シミュレーション。

■改修前



周辺整備（西側からの眺望）

■改修後



周辺整備（西側からの眺望）







■ その他建築的配慮

(既存壁内に隠されていた奉安庫の発見と保存復原)

- ・ 既存壁内の内部より戦前に天皇陛下の御真影を納めていた奉安庫を発見。取り外しができない石膏レリーフについては3Dデータ保存の上復元し、移動可能な状態で再組立てし、展示。



取組み2. 文科系施設の対策 ～シンボル施設のnZEB化を目指した改修～

■改修前

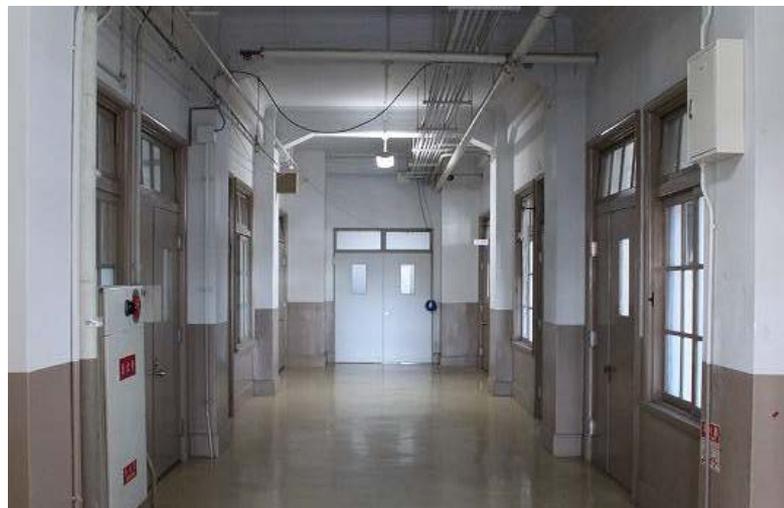


21世紀懐徳堂 コミュニケーションギャラリー

■改修後



アッセンブリー・ホール



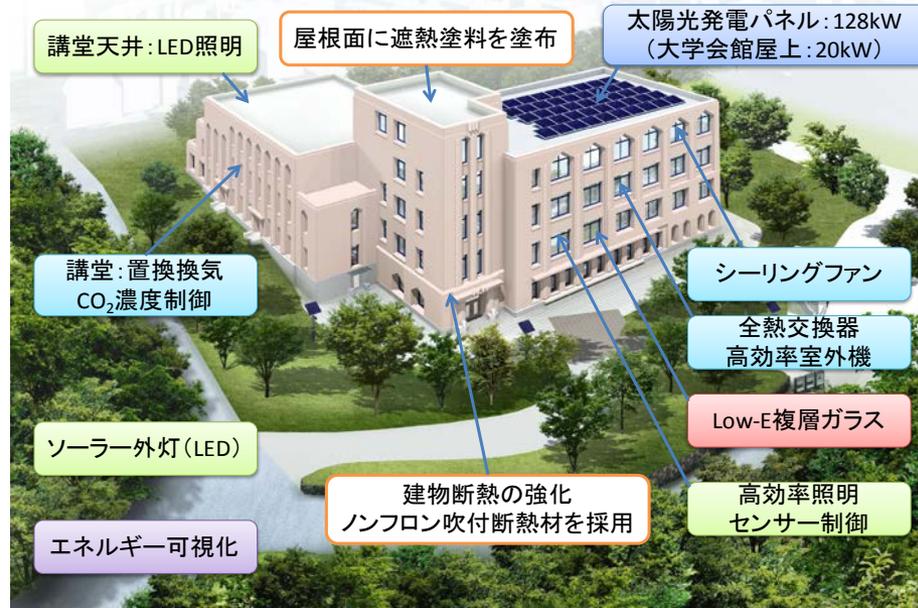
廊下



廊下

■ nZEB化：改修概要

※ひさしなど外表面日射制御は文化財としての制約から、階段室を使用した自然換気は階段室上部にスペースがないこと、地中熱源ヒートポンプやクールチューブ工期・地盤の問題から採用できず。



創エネ技術	
太陽光発電設備	大学会館屋上及び周辺建物屋上に分散設置（約128kW）
省エネ技術	
シーリングファン	天井が高く、室内温度分布均一効果の見込める部屋で採用
置換換気	講堂で採用
建物断熱強化	建物全般で採用（廊下等共用部等を除く居室部分で採用）
複層（ペア）ガラス	建物全般で採用
気密サッシ	新規にサッシを設置する場合に採用
全熱交換器	建物全般で採用
高効率照明	建物全般で採用（LED、高効率&長寿命蛍光灯器具）
照明器具制御	昼光センサー及び人感センサーによる照明制御
CO ₂ 濃度による換気制御	在室人員数に応じた外気取入れ量制御（講堂で採用）
高効率マルチエアコン	建物全般で採用
エネルギーの可視化	太陽光発電及び各管理区分のエネルギー消費管理を表示



■省エネ技術：文化財建物に配慮した省エネ改修 建物断熱強化+複層（ペア）ガラス+気密サッシ

・ノンフロン吹付断熱材の採用

外壁の防汚処理、耐候性の向上のため、既存の塗膜をすべて撤去し、躯体のひび割れなどの補修

・ **Low-E複層ガラス**を採用し、既存のサッシに **新たに無目部材**を追加し、意匠性に配慮した目立たないスリット形状の換気口を新たにサッシに内蔵させて意匠性の向上を図った。

・ 建具枠に耐候性塗料を再塗装した。









設置場所	太陽電池容量 [kW]
大阪大学会館	20
共通教育科学棟	10
共通教育物理棟	37.8
共通教育自然科学棟	20
共通教育管理講義棟	10
共通教育講義棟B-1	30
共通教育講義棟B-2	30
合計	157.8

太陽電池の設置状況

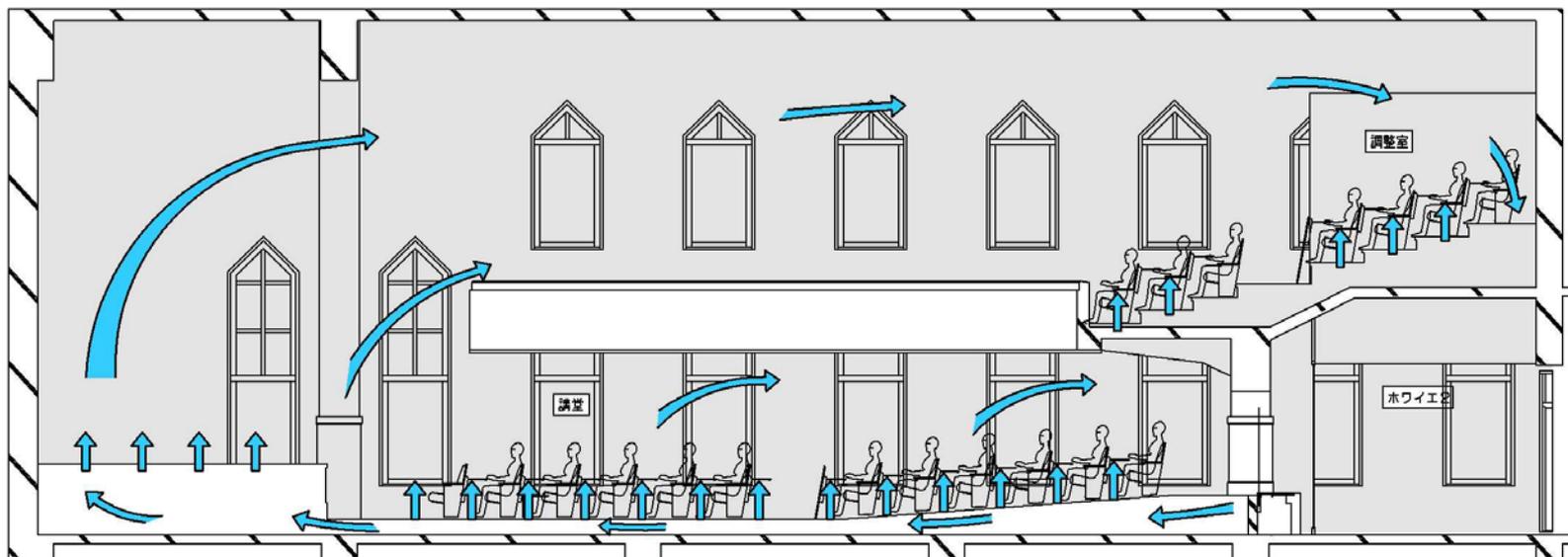


豊中市撮影の写真です。他の地図と位置が一致しない箇所があります。

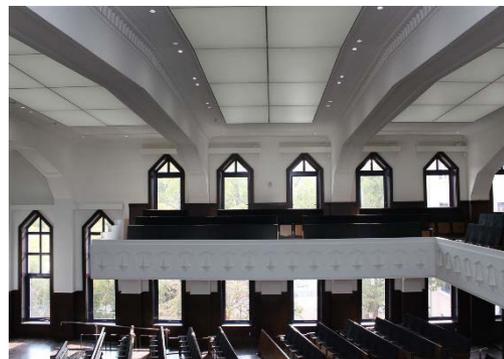
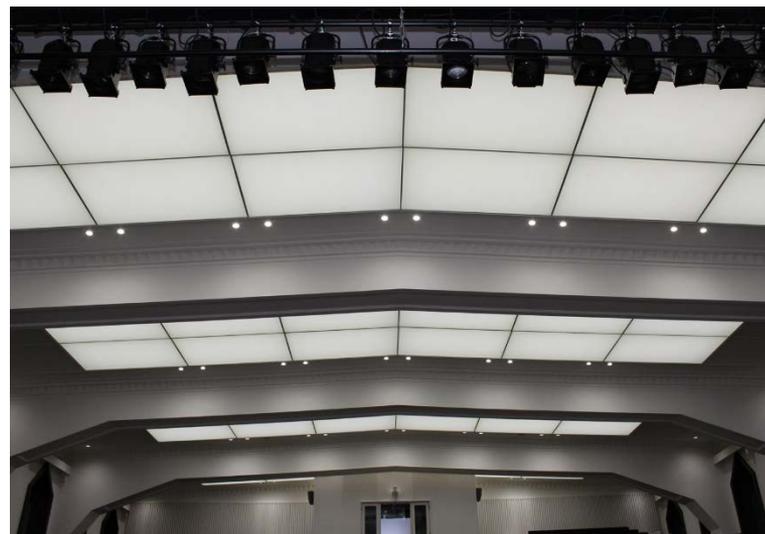
40m

■省エネ技術：講堂・置換換気（床吹き出し空調）

- ・居住域を効率的に空調する床吹き出し空調を採用。



■省エネ技術：講堂・LED照明



■省エネ技術：エネルギーの可視化（展示室：エネルギー管理モニタの設置）

<計測項目>

- ・ 電力消費量
(照明、コンセント、空調、EV)
- ・ 水道使用量
- ・ 太陽光発電電力量

リアルタイムに来館者へ分かりやすく表示する機能を持つ。

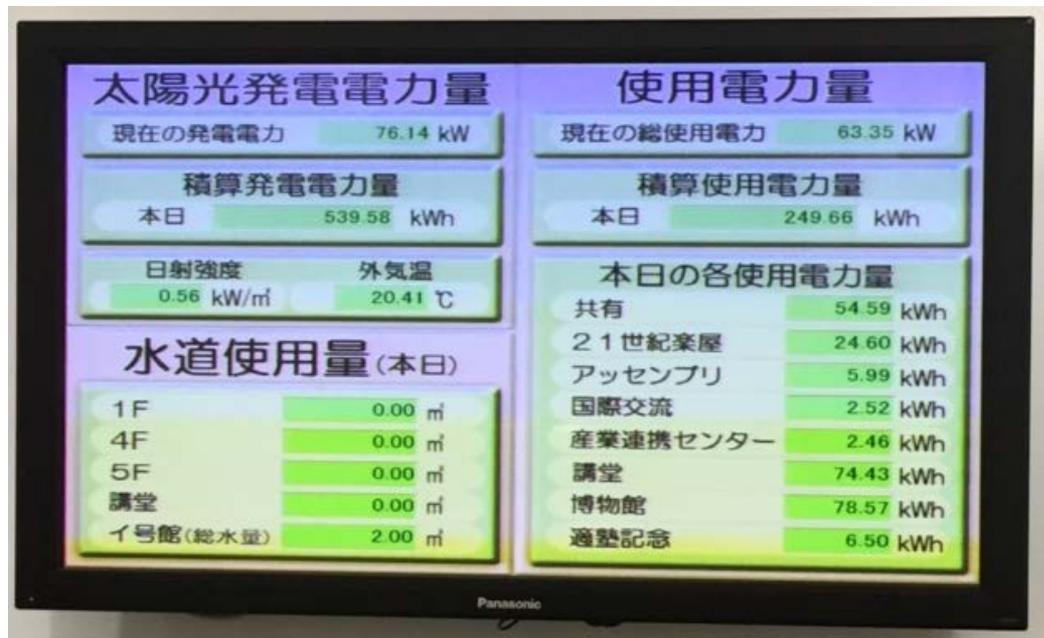


図. 大学会館展示室内エネルギー管理モニタ表. 計測項目〔計測間隔：1分（積算値）〕

計測間隔：1分

1分データをまとめて1時間データ、月報が作成される。

計測場所	照明		コンセント		空調	その他					水道量
	屋内電灯	調光	屋内コンセント	舞台機構盤		EV	給水・消火ポンプ	外灯 (テニスコートも含む)	散水	危険物倉庫	
1F	○	○	○	/	○	○	○	○	○	○	
2F	○	/	○		○						
3F	○		○		○						
4F	○		○		○						
5F	○		○		○						
講堂	○		○	○	○	○					○

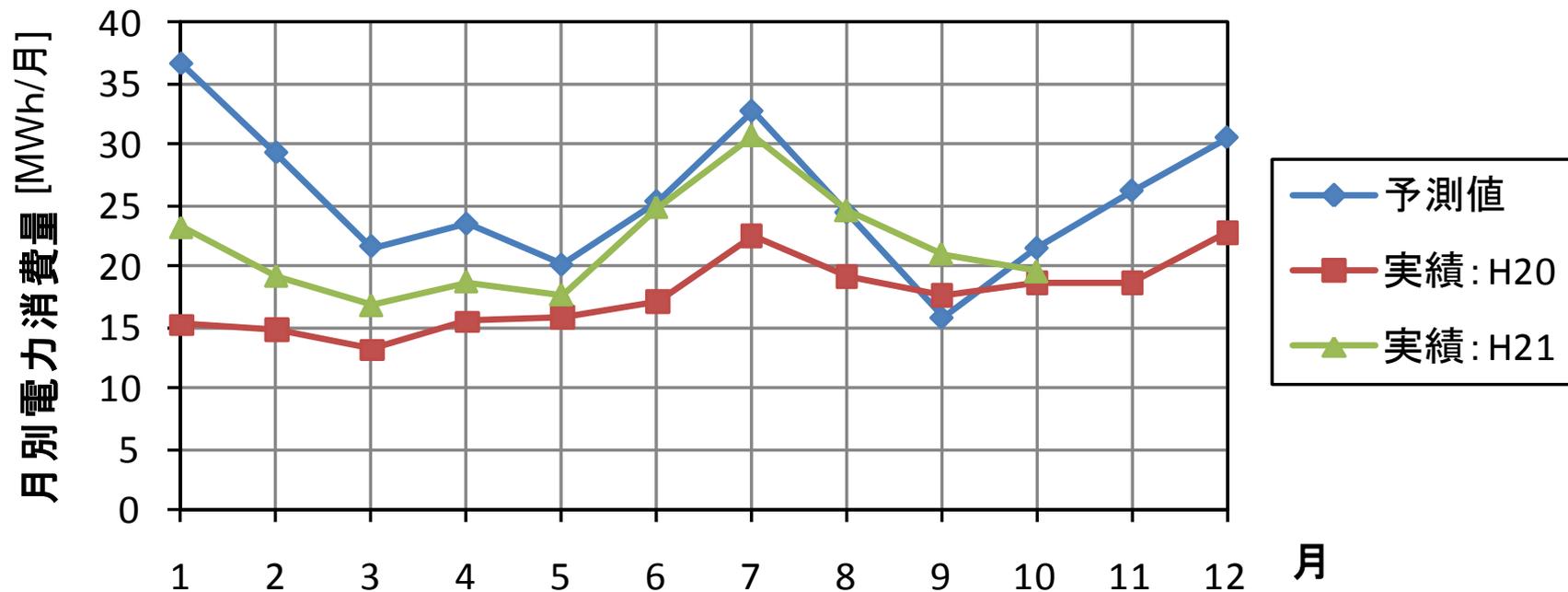
省エネルギー効果の予測シミュレーション

- 研究室で開発した業務用建物エネルギーシミュレーションモデルを利用。
- スケジュールに応じた照明・電気機器エネルギー消費計算と、気象データ(拡張アメダス大阪標準年)による動的熱負荷計算 & 冷暖房エネルギー消費計算、PV発電電力計算
 - 山口容平, 下田吉之, 水野稔: 居住者の行動を基準としたオフィスビルの熱・電力需要シミュレーションモデルの開発, 空気調和・衛生工学会論文集, 93号(2004-4), pp.37-47

シミュレーション上の設定

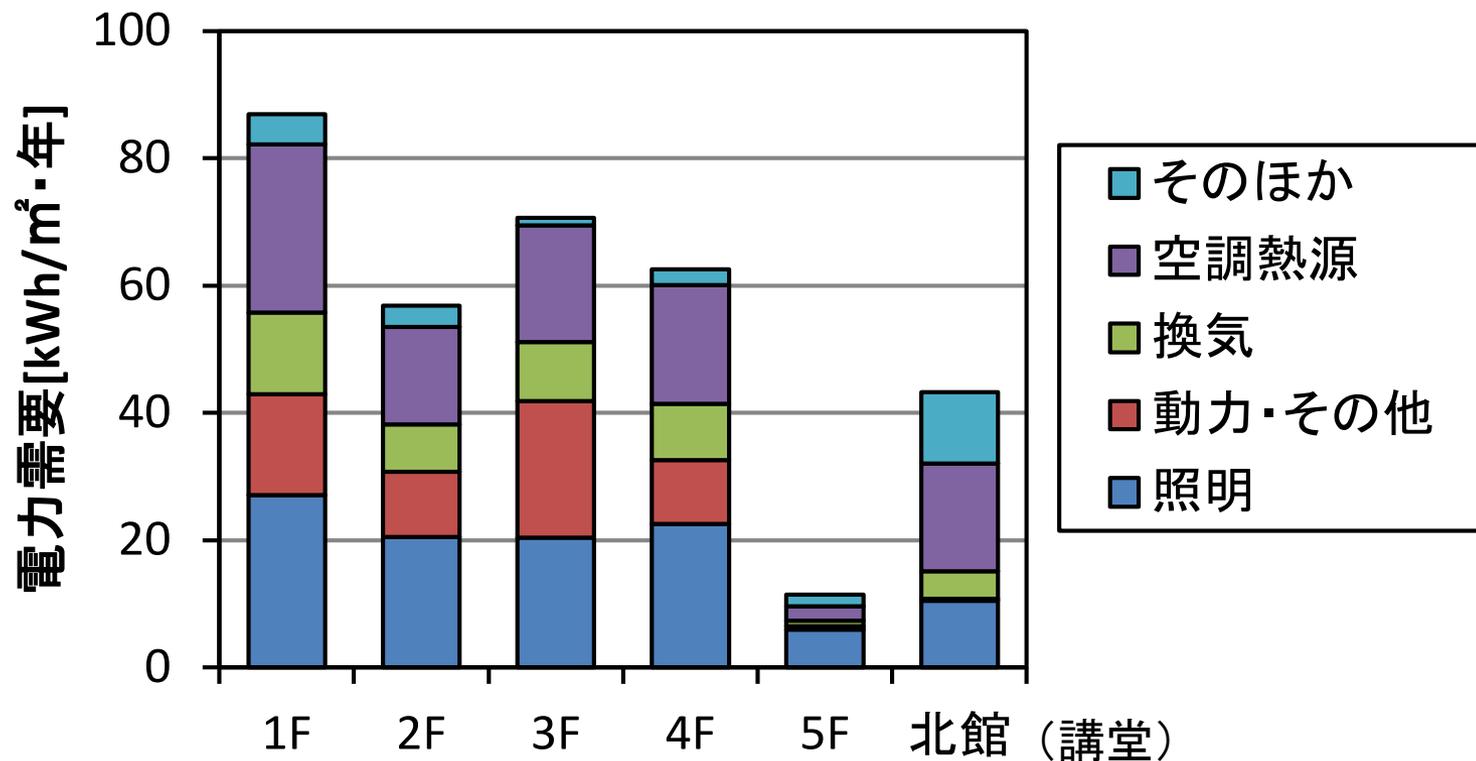
分類	手法	改修前	対策ケース
建築仕様	断熱強化	外壁断熱なし	断熱材(硬質ウレタンフォーム, 熱伝導率 $0.028\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$) 100mmを導入。外壁熱貫流率: $0.254\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 。 R2000住宅と同等の断熱性能。
	複層ガラス 気密サッシ	普通ガラス5mm サッシ定数: 12.9	複層断熱ガラス サッシ定数: 0.2
	全熱交換器	なし	ロスナイ設置
設備仕様	高効率照明	改修後と同じとした	Hf蛍光灯あるいはLED照明 電気設備工事図面から各部屋の電気容量を抽出。
	CO2制御	外気導入量は一定。	外気導入量を在室人数で調整。
熱源	高効率マルチ	冷房COP: 2.6 暖房COP: 3.2 インバータなし	冷房COP: 3.5 暖房COP: 4.0 インバータあり(部分負荷特性、外気温特性を考慮)
運用	照明制御	なし	人感センサはトイレに設置される。昼間において50%の点灯時間が削減されることとした。照度センサは南側の事務室、研究室棟に設置される。点灯時間において20%の電力消費が削減されるものとした。
太陽光発電		なし	年間発電量 $1,105\text{kWh}/\text{kW}$ (容量)

改修前電力消費に関するシミュレーション結果と実測値の比較



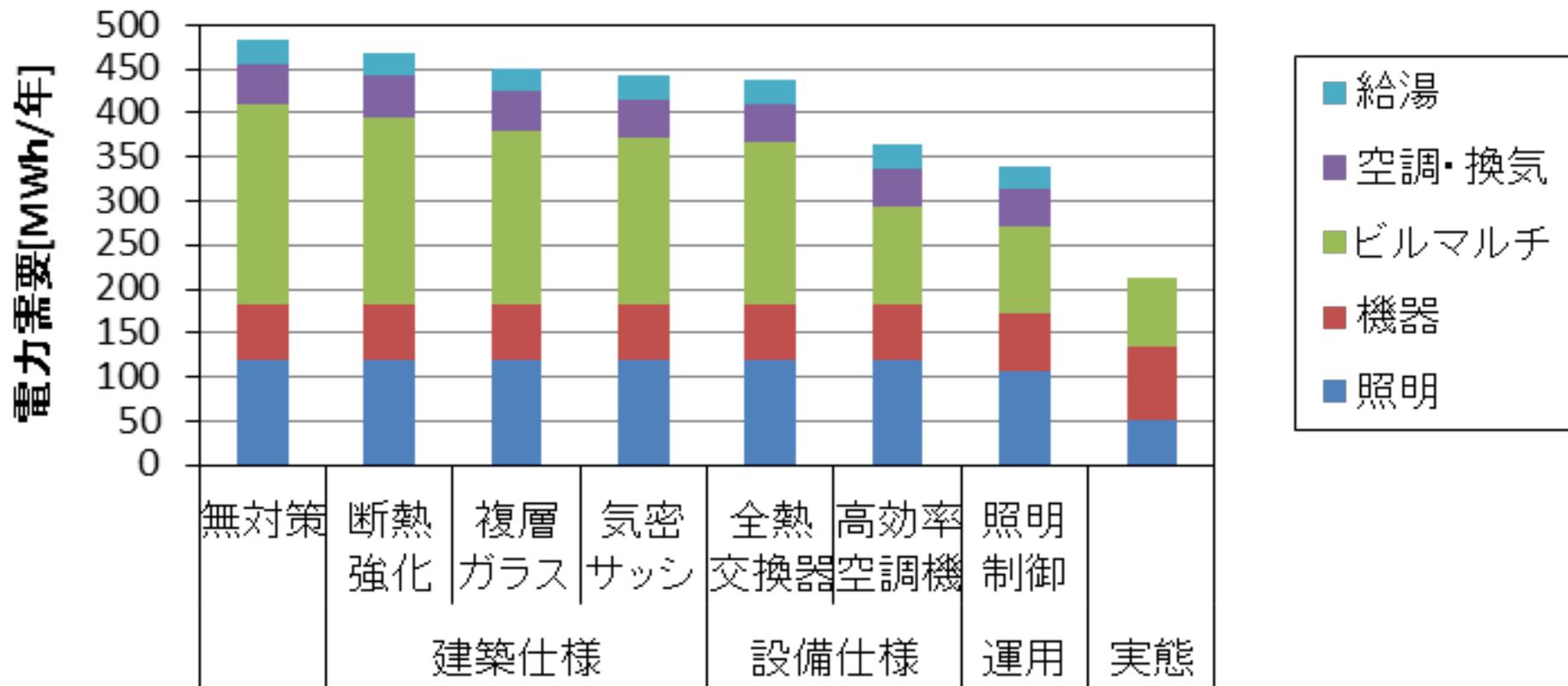
改修前は各室の使用状況が頻繁に変更されているため、使われ方の想定との違いがシミュレーションに大きく影響している可能性あり。

改修後の予測(階別年間需要)



今回の改修で、建物の使われ方が大きく異なると予想されることから、改修前との比較でなく、改修後の条件下での対策の効果を評価する。

ケース毎の電力消費推計結果



(2012年)

■運用実績：電力使用量（日別）

・室内の使用状況（室利用率）が日々異なる
1日あたり約200kWhのコンセント電力を、年間を通して使用

＜年間の電力消費内訳＞

- ・コンセント用35%
- ・照明用22%
- ・空調用37%
- ・その他6%

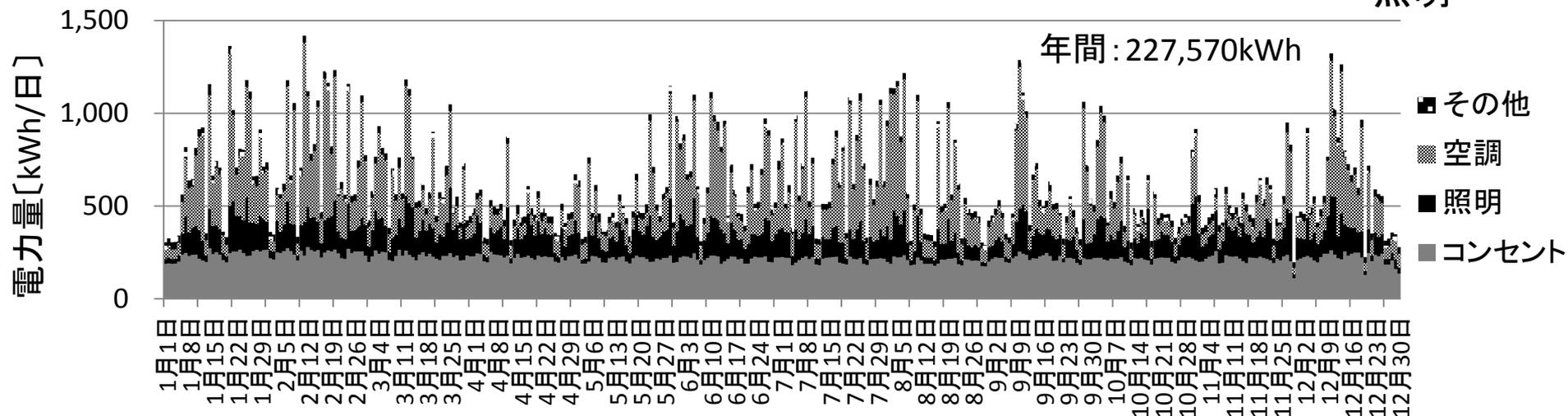
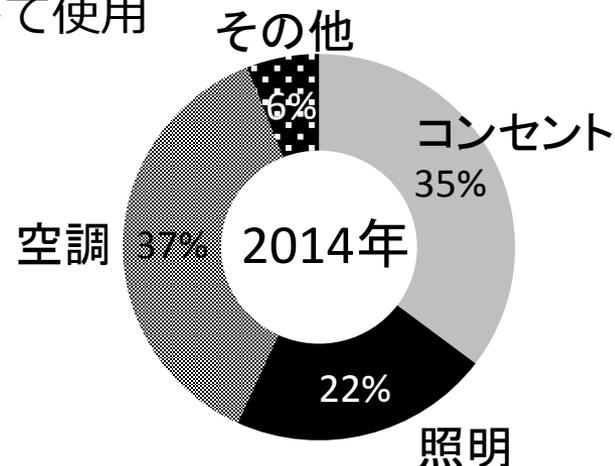
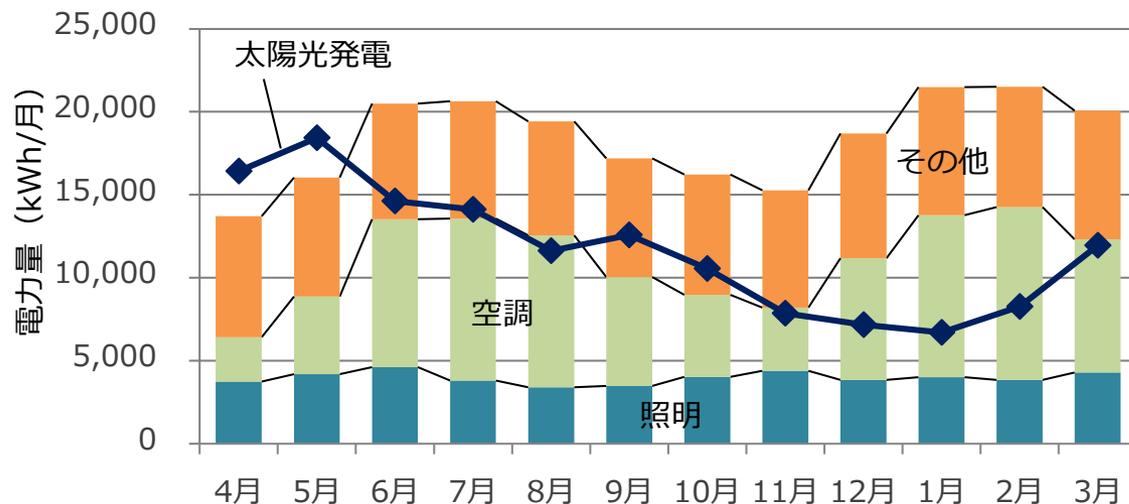


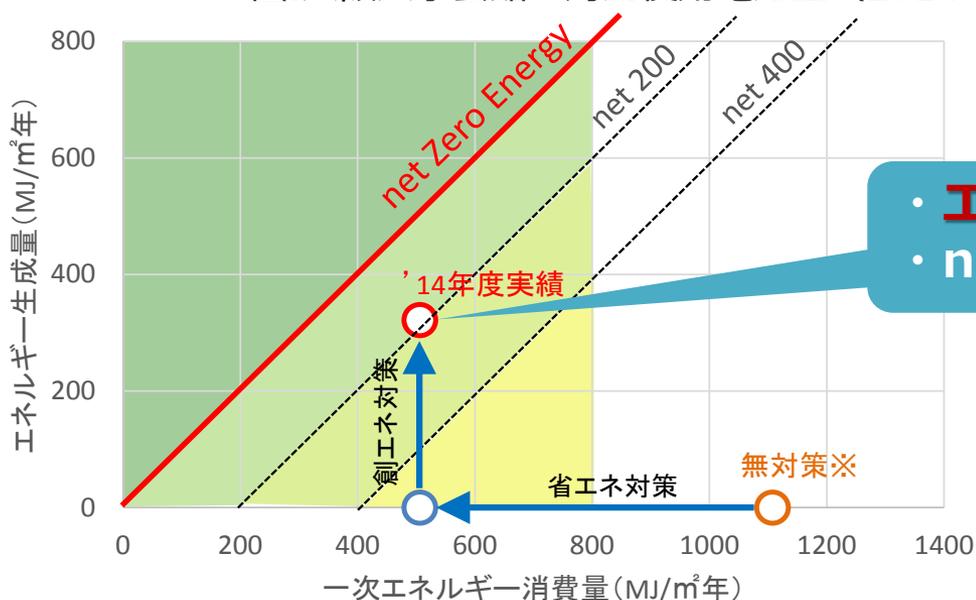
図. 2014年 日別電力量

■運用実績：電力使用量（月別、年間）



最低限のコンセント電力
を太陽光発電量で賄うこと
が可能
→BCP対策

図.大阪大学会館・月別使用電力量 (2014年度)



・エネルギー自給率64%
・net 185MJ/m²・年

※下田吉之他、大学キャンパスにおける文化財建物の省エネルギー改修（第1報）、空調調和・衛生工学会大会学術講演論文集、2011.9

※吉田友紀子、下田吉之他、大学キャンパスにおける文化財建物の省エネルギー改修（第2報）、空調調和・衛生工学会大会学術講演論文集、2015.9

図.大阪大学会館・年間エネルギー使用実績 (2014年度)