

名大の低炭素エコキャンパス化 への取り組み

第11回 エネルギーマネジメント研究・検討会
2016. 3.16

施設管理部・施設管理課

名古屋大学 施設・環境計画推進室
(エネルギーマネジメント部門)

田中英紀



Chapter

1

キャンパス整備に伴う 低炭素エコキャンパス化への配慮

Chapter

2

低炭素エコキャンパス化のための 省エネルギー推進

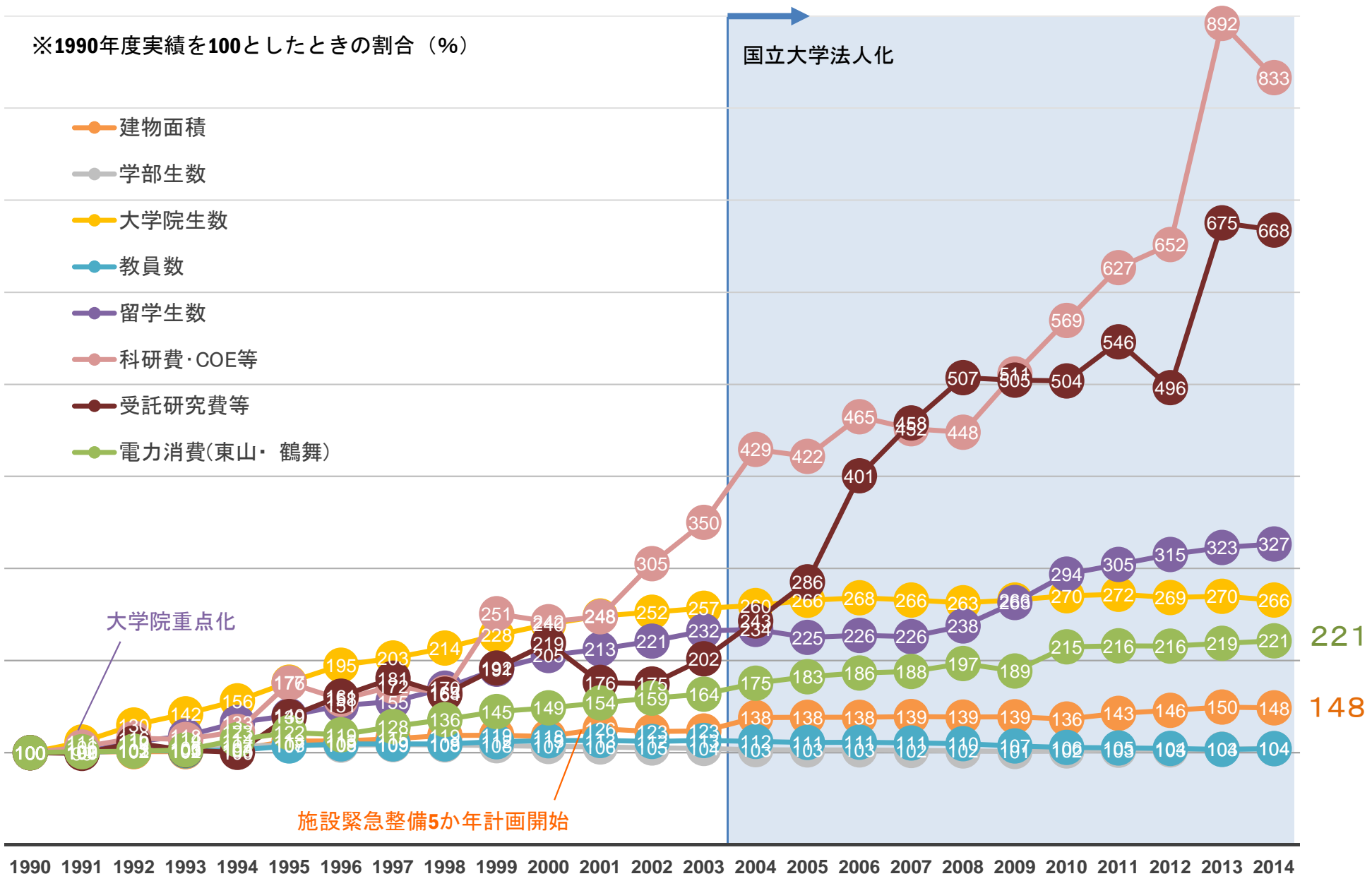
Chapter

3

サステイナブル・キャンパスの形成 に向けた発展的な取り組み

キャンパス整備に伴う 低炭素エコキャンパス化への配慮

この10年余りのキャンパス整備とエネルギー



建築計画的な配慮

- ・高断熱設計の標準仕様化（断熱材50mm, ペアガラスなど）
- ・日射負荷低減を意図した建物配置
- ・日除け効果を得る深いファサードの形成

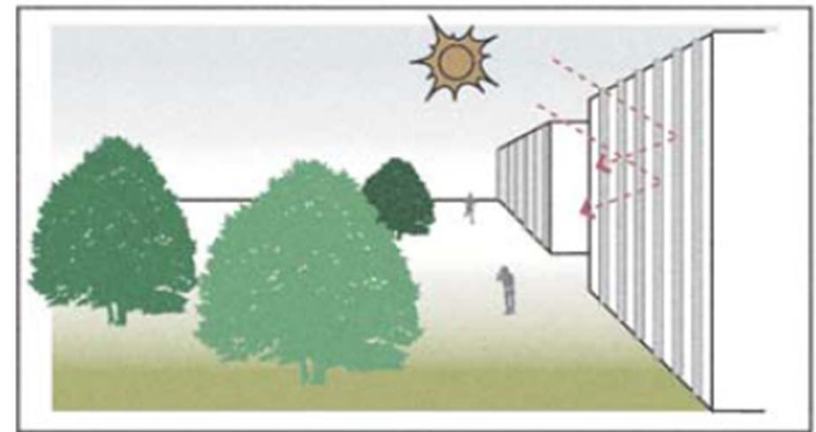
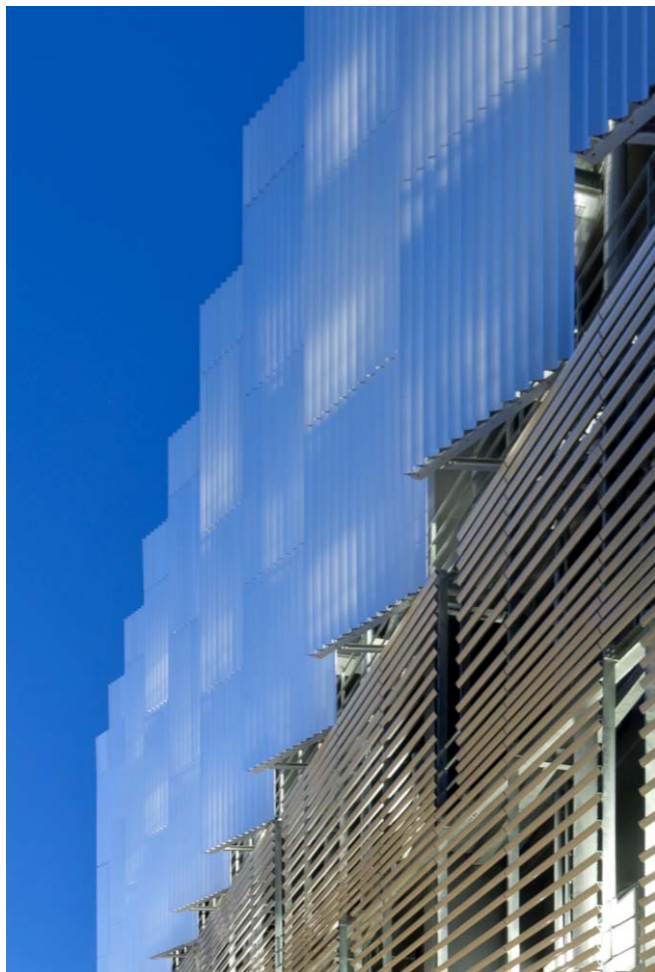


図 3-21 日射負荷低減を意識した
建物配置・外観

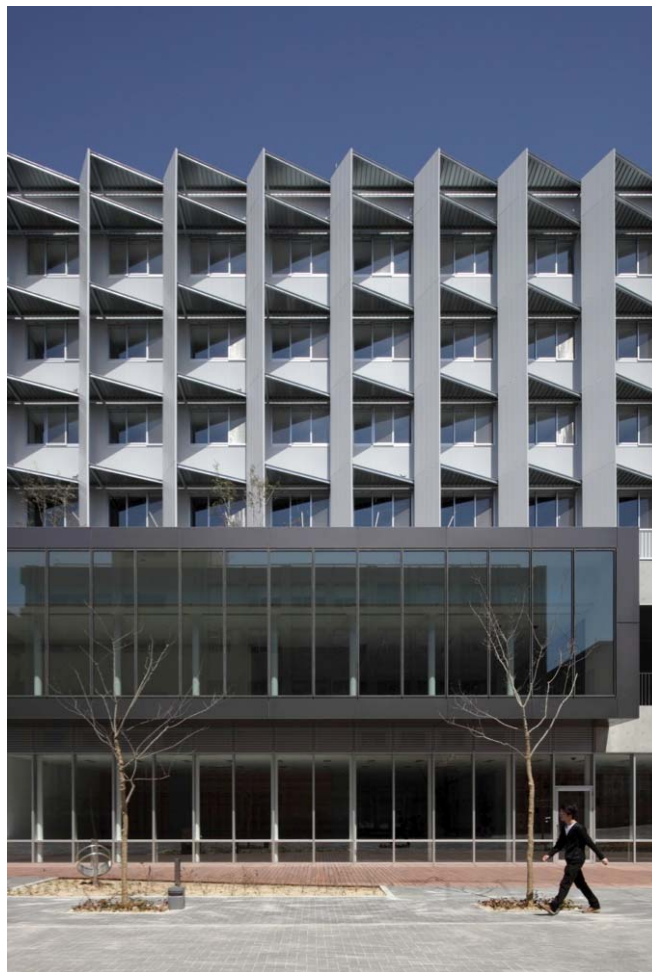
※ CMP2010デザインガイドライン より

建築計画的な配慮

・庇・ルーバーの設置



理学南館：西面（新築）



ES総合館：南面（新築）



理学部E館：南面（改修）

新築・大規模改修建物での省エネ

設備設計時の配慮

- ・高効率機器の採用, 全館LED照明(標準仕様化)

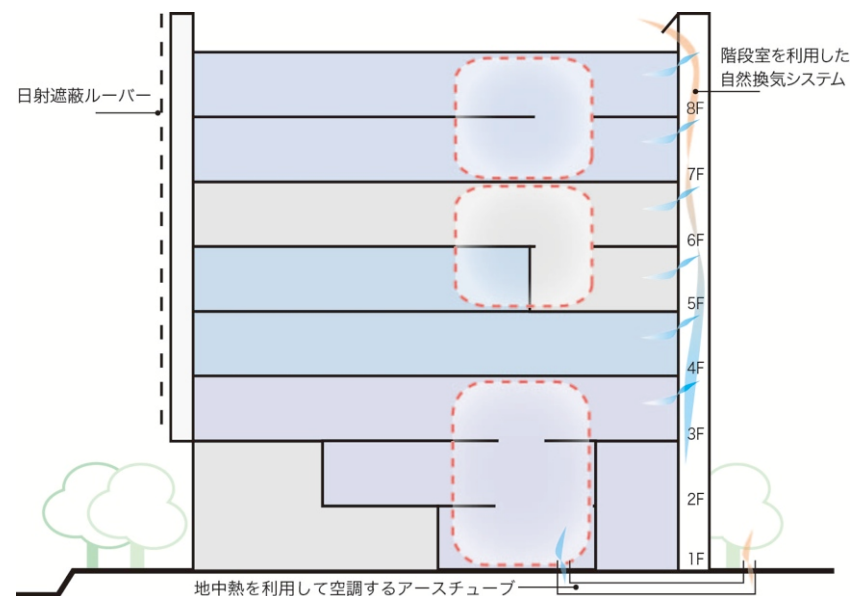
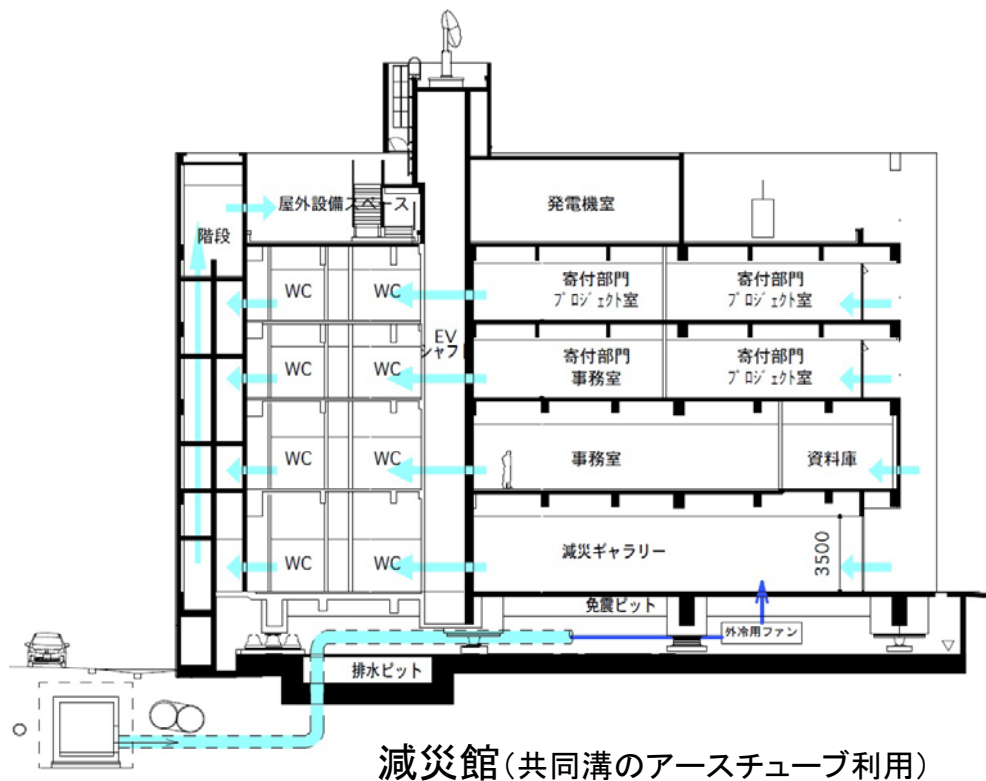
再生可能エネルギーの活用

- ・太陽光発電や井水熱源システム
- ・自然換気の促進(階段室など利用)
- ・アースチューブの導入

<導入建物>

ES総合館、研究所共同館、減災館、NIC

→ 標準仕様化へ



Cx(性能検証)過程の導入

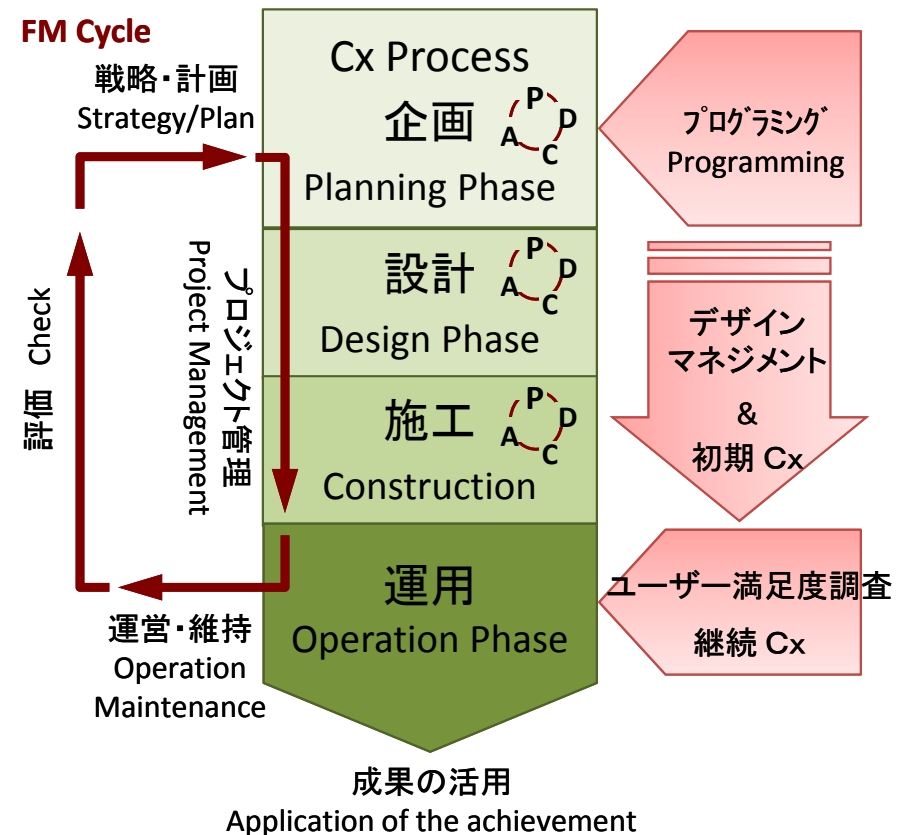
建物要求事項、設計者・施工者の目標と責任を明確化し、
要求事項の達成状況を検証する体制を確立

- 発注者の総合的な展望、建設施設の特徴・性能などを基本要件とした

OPR (Owner's Project Requirements) 策定

省エネ性能 (何%削減するのか)
省エネ手法 (どのような手法を採用するか)
建物デザイン (調和や主張)
空間計画 (印象・行動の質) など

- 性能検証(Cx)体制をインハウスで確立し、
建設段階毎に検証して要求性能を実現



研究所共同館1期、減災館にてコミショニングを実践して竣工
NIC、ITbM、CALE、研究所共同館2期 も設計・施工・引き渡し段階進行中

コミッショニング事例と効果

基準建物:

エネルギー消費原単位

電気・ガス合計 1,055MJ/m²・年

新営文系建物: 目標性能

基準建物から 40%減 (633MJ/m²・年)

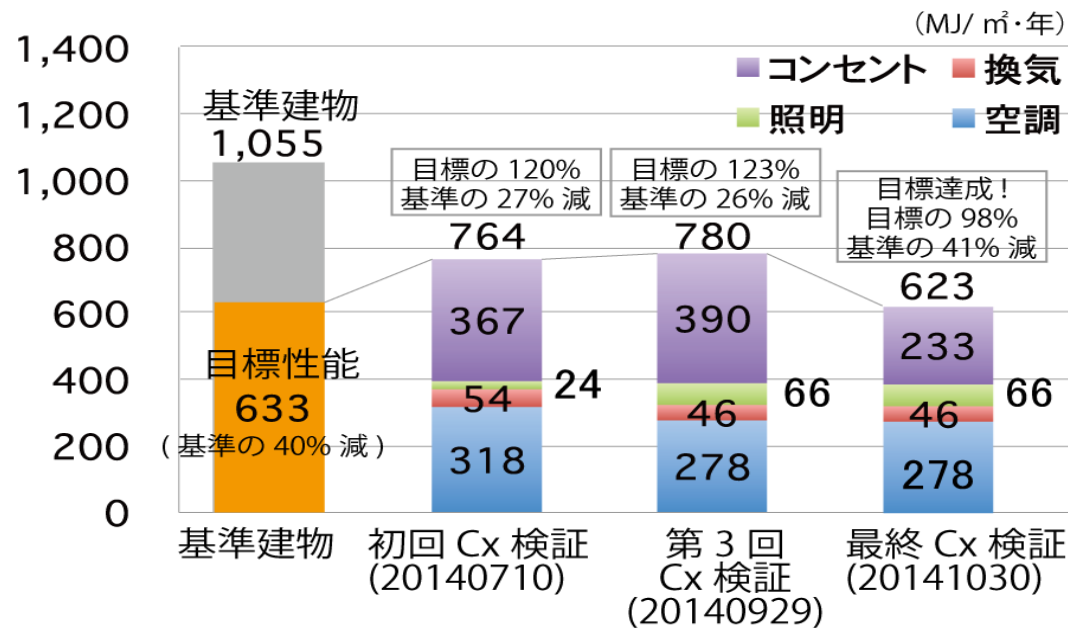


文系建物:

エネルギー消費は空調・照明の依存度高い
断熱性能向上と空調機高効率化、LED採用
で大きな削減効果を期待し、目標値を設定

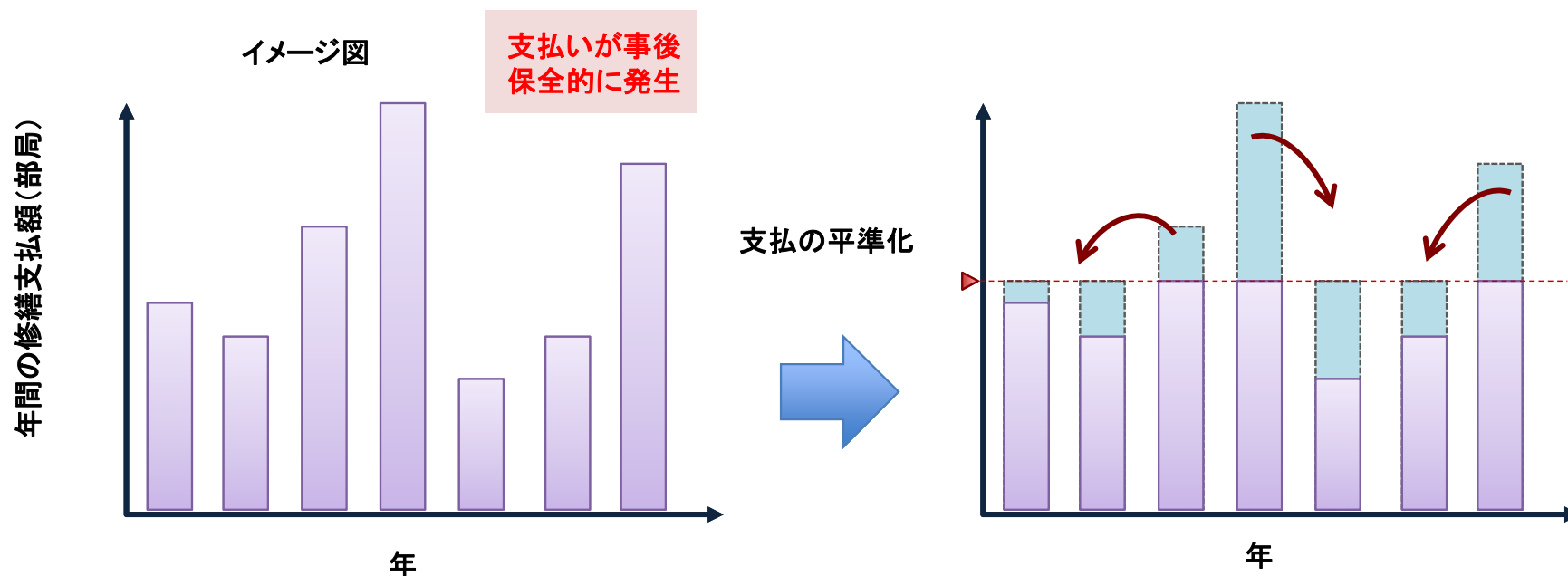
【目標値到達のための方針】

- ・視点の転換
- ・実働稼働率の設定の見直し
- ・機器選定やスケジュールの精査
- ・室外機能力の適正設定



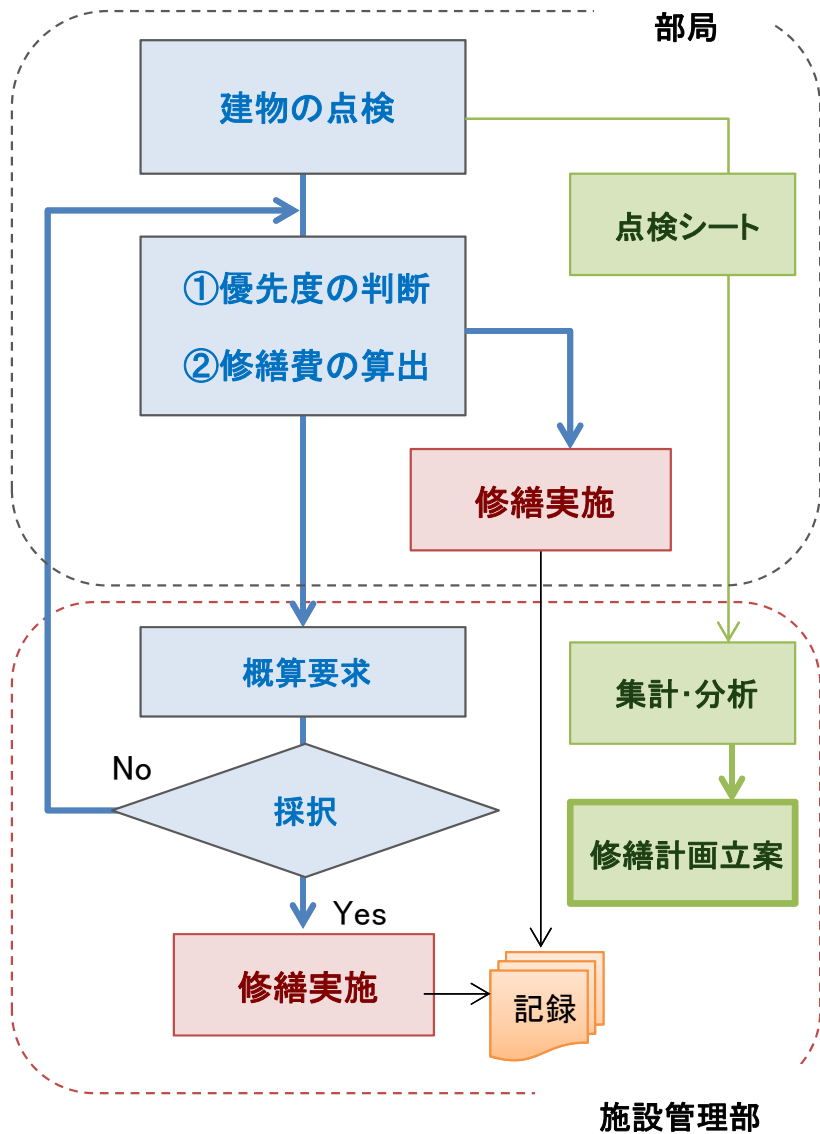
年間消費エネルギー原単位の変遷

- ・財源不足：部局予算配分額から保全費を先取り
- ・基幹設備改修：中長期保全計画に基づき上記財源より実施
- ・2009-2012の実績 2023年迄の計画として保全費を算出
- ・毎年、部局予算5%と本部経費を財源に屋上防水、老朽化した空調機器、設備配管等の改修整備を実施

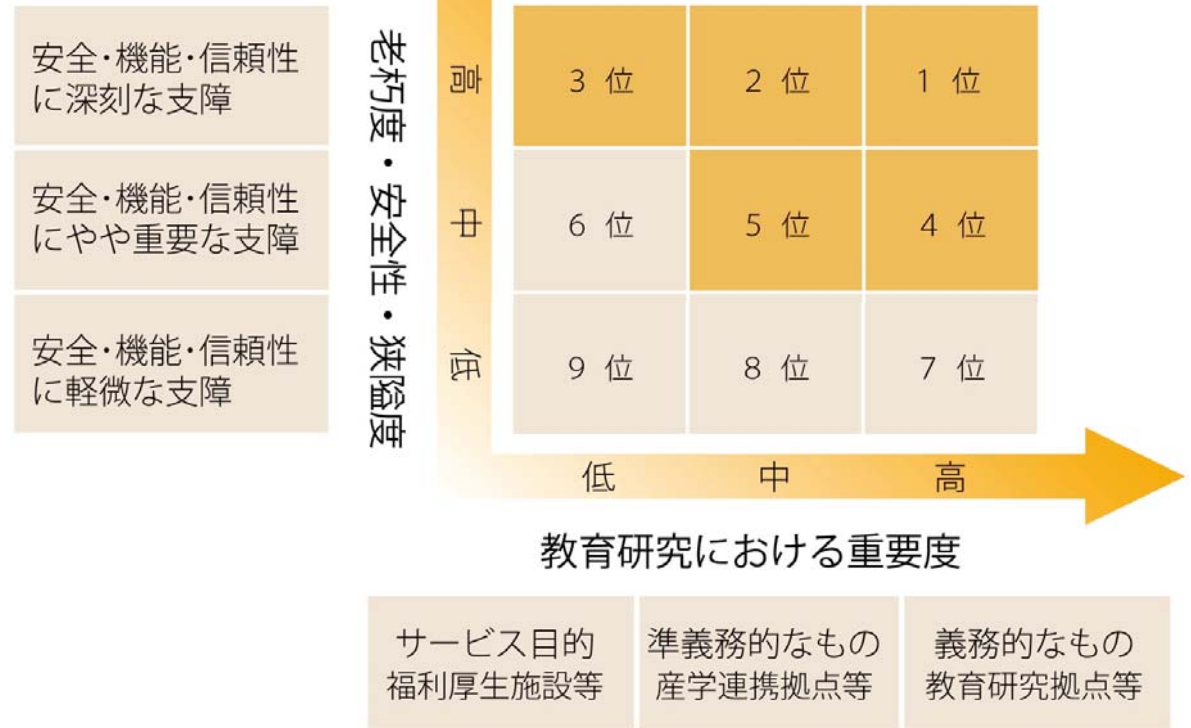


施設ポートフォリオによる合理的な資金投入

・限られた財源の最適配分法（施設運営費、施設整備費）



ポートフォリオによる優先度判定



中長期保全計画に基づく空調機改修

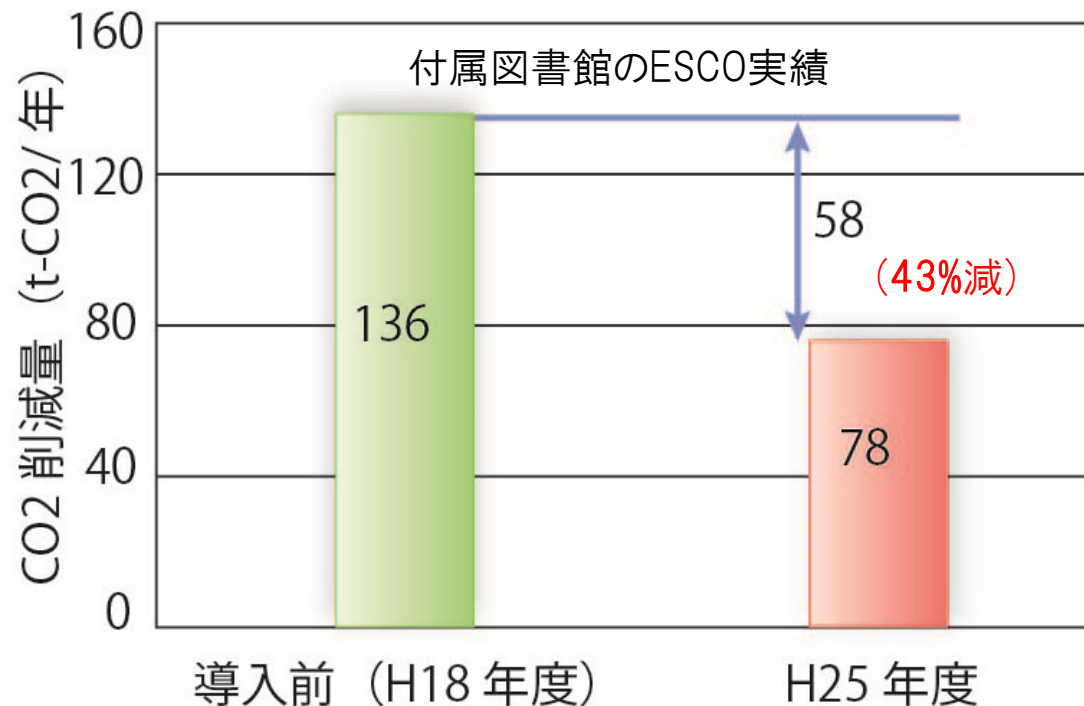
・自己資金改修に対し、補助金等の外部資金の活用を推進

年度	建物名称	空調更新	照明器具更新	躯体改修	備考
H27	保健学科南館(大幸)	GHP19系統 805 kW EHP 5系統 118 kW	LED照明 1,431台		× 補助金等の外部資金 を活用できず
H26	IB電子情報館	GHP12系統 1,569 kW EHP10系統 148 kW		複層ガラス取替 626㎡ 日射調整フィルム貼付 849㎡	○ 建築物省エネ改修等 推進事業補助金活用 5,000万円
	工学部1号館		LED照明 1,974台		
H25	国際棟	GHP 3系統 258 kW EHP 2系統 10 kW			
	理学部A館	GHP 4系統 564 kW EHP 2系統 46 kW			
	総合研究実験棟	EHP56系統 893 kW			※1 建物名称の()は、東山以外のキャンパスを示す。
	総合保体科学センター	EHP21系統 99 kW			※2 空調更新におけるkWは、室外機の冷房能力合計を示す。
	実験自習工場、他8棟	GHP 2系統 101 kW EHP64系統 955 kW			
	ベンチャービジネスラボ ラリー棟、他1棟		LED照明 646台		
3年間の合計		GHP 40系統 3,297 kW EHP104系統 2,269 kW	LED照明 4,051台	複層ガラス取替 626㎡ 日射調整フィルム貼付 849㎡	

外部資金による省エネ設備改修(ESCO事業)2006～

- ・附属図書館 43%減
- ・動物実験棟 33%減
- ・附属病院 38%減 (国内クレジット承認事業トップ10入り)

「管理一体型」契約により継続的に省エネに成功！



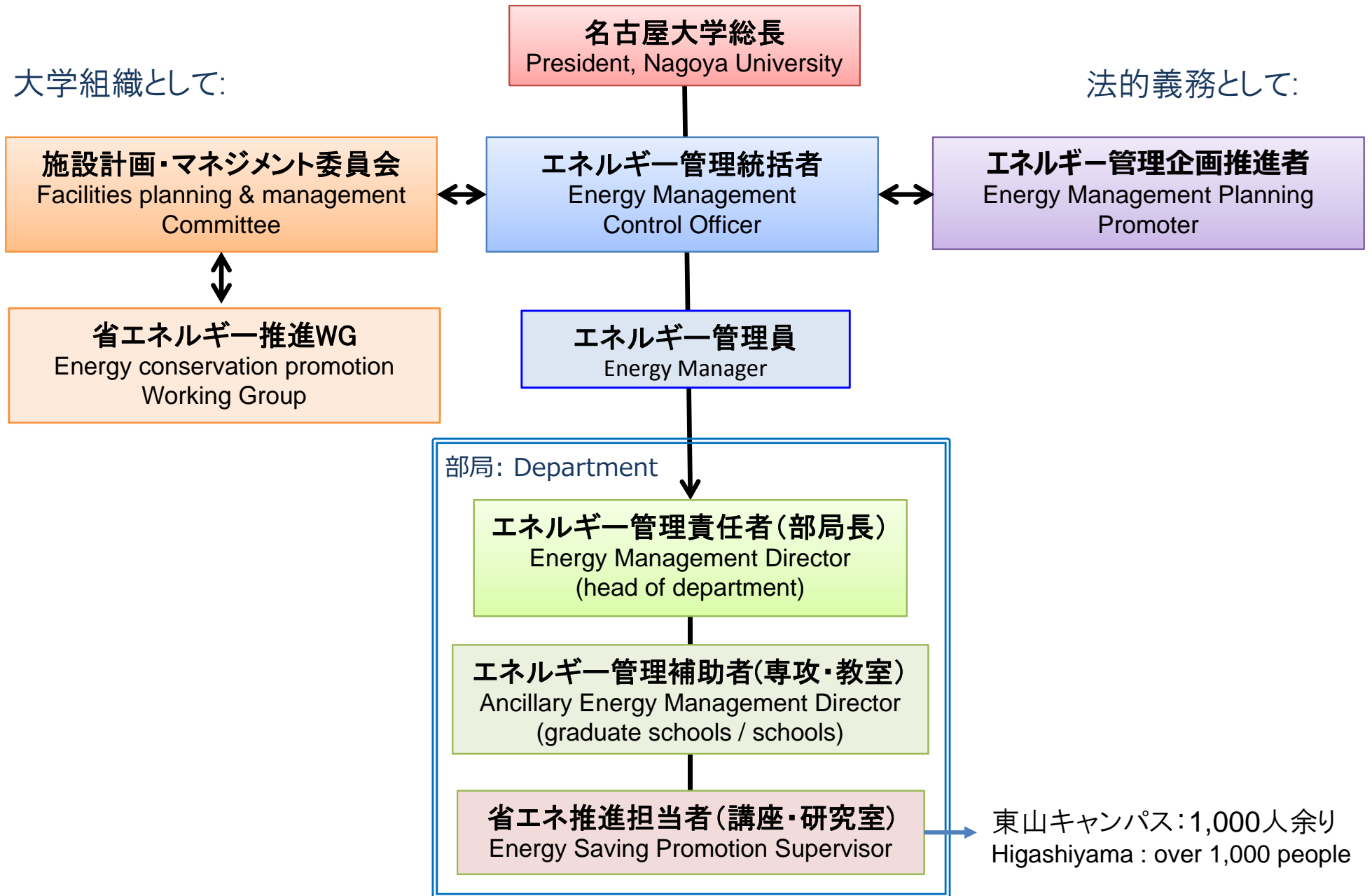
低炭素エコキャンパス化のための 省エネルギー推進

マネジメントの基本サイクル



省エネルギー推進体制

大学組織として:



名大の省エネ・節電実行計画(数値目標)

- 毎年 夏期／冬期 に取り組み事項を更新して実施(PDCA)
- CO₂排出量を2014年度で2005年比20%以上削減
(総長声明、キャンパスマスタープラン2010)
- ① エネルギー消費原単位を対象季に1%以上の削減
(省エネ法による取組と報告の義務)
- ② 契約電力に対し 4%以上削減 (夏季)
(政府からの定着節電目安)
- ③ ベース電力消費量を前年比 1%以上削減 (冬季)
(本学の大きな課題)

省エネ・節電実行計画（重点取組事項）

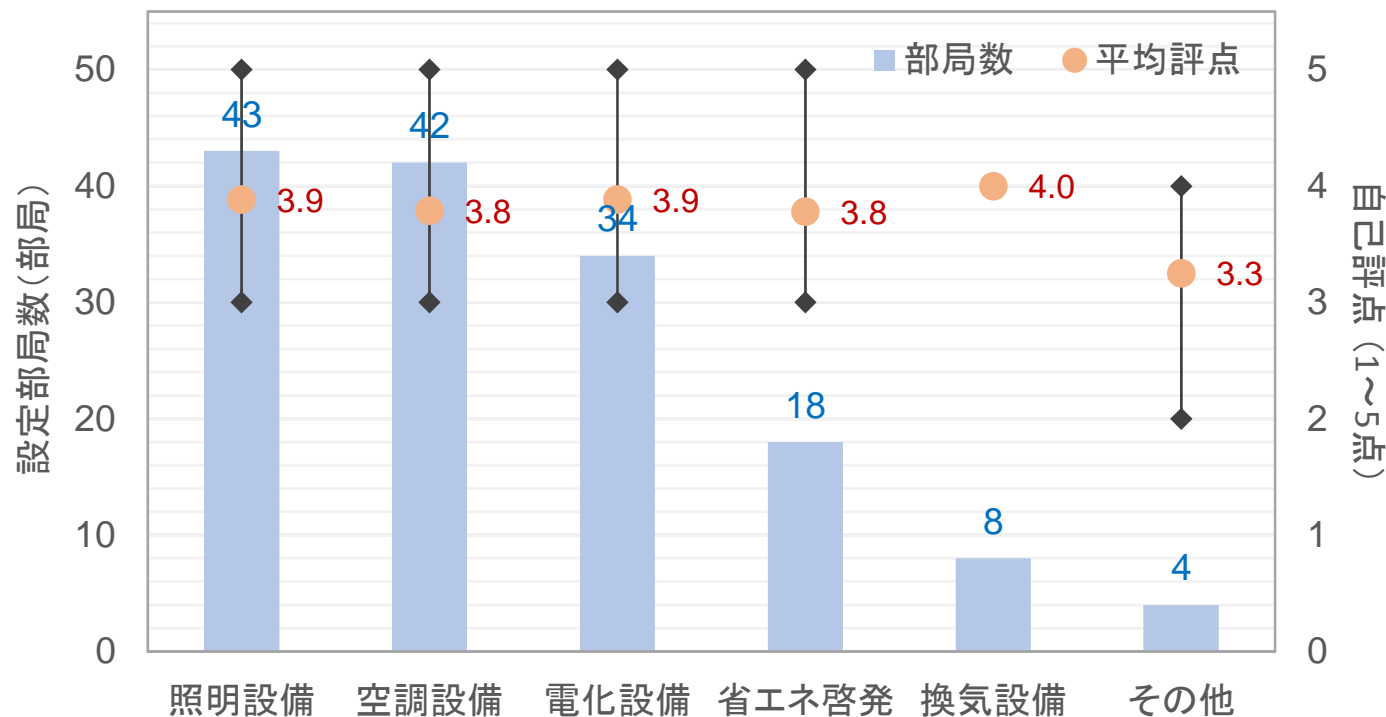
- ①エネルギー推進体制強化と部局の実施体制確認
- ②部局毎に“省エネ重点項目”を設定、“自己評価”
- ③「ベース電力削減対策week」：行動強化週間
- ④HP等で電力使用状況の「見える化」を更に推進
- ⑤節電協力要請メールの配信
- ⑥個別空調一元管理制御：温度制限・消し忘れ対策
- ⑦フリーザー/サーバの実態調査（仕様、メンテナンス状況）
- ⑧部局の省エネ成果に応じた光熱費イン・ペナ試算

構成員の行動心理に訴える利用金制度： 各々の実験・研究における省エネ運用の工夫や行動を促す“アクショントリガー”として期待

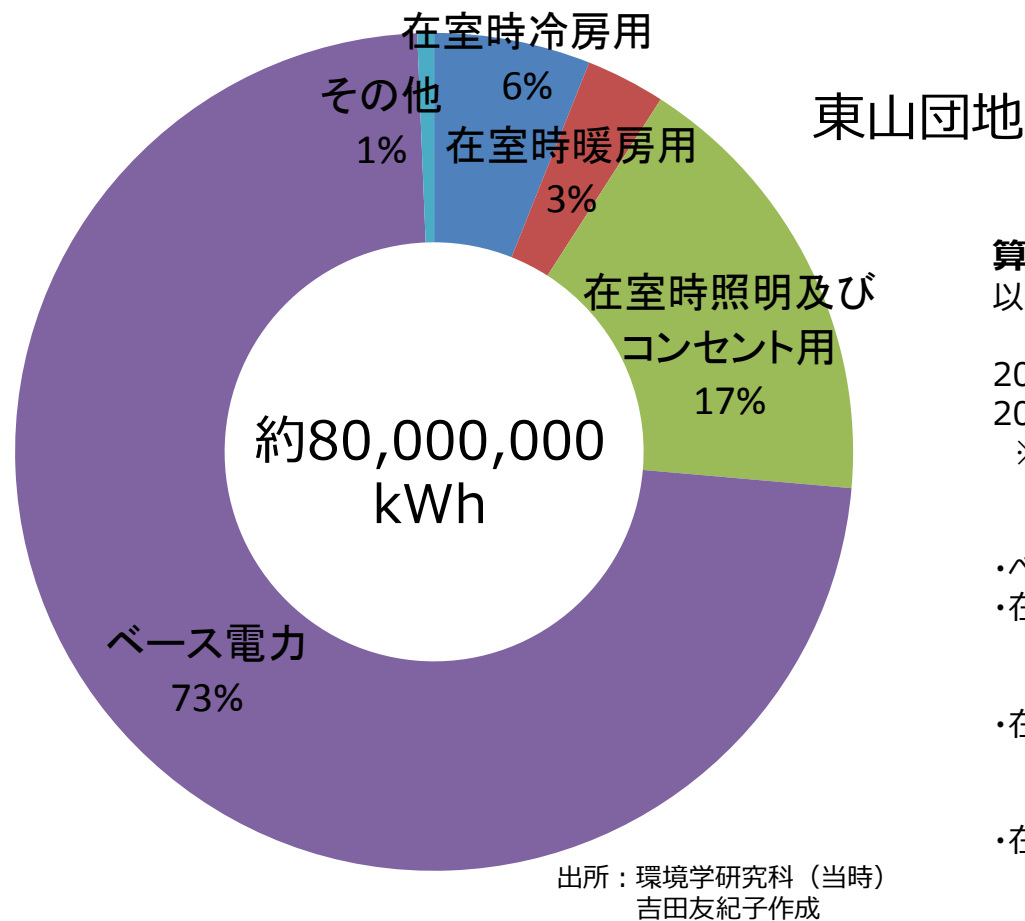
部局の省エネ重点項目と自己評価

使用者に 省エネ運用への行動意識 を植え付ける介入手段

- ・ 省エネ・節電実行計画(全学方針)に対し、部局特性に応じた目標設定
 - ・ 部局内の学科毎に取組項目を検討して定め自己評価している部局もある
 - ・ 取組事項としては、空調・照明に関する一般的な項目が多い
 - ・ 実施2年目(4回実施)に入り、やや形式的になりつつある
- 基本(定着)項目と部局独自設定項目に分けて実施するよう改善へ



年間電力使用量の用途別割合



算出方法：

以下の実データを用いて1年間を仮想し、算出した。

2013年4月1日～2014年2月16日

2013年2月17日～2013年3月31日

※データ欠損日は、その前後の平日と休日 considering、データを埋め合わせた。

- ・ベース電力：2014年1月1日（1時間データ）×365日分
- ・在室時照明及びコンセント用（平日はすべて授業日と仮定）
（2013年10月17日（平日）－ベース電力）×242日分
- ・在室時暖房用（12月1日～3月31日）
実データ－（ベース電力＋在室時照明及びコンセント用）
- ・在室時冷房用（6月1日～9月31日）
実データ－（ベース電力＋在室時照明及びコンセント用）

ベース電力：常時点灯照明（非常灯等）、常時稼働空調、サーバー+待機電力

電力エネルギー使用量削減には、ベース電力削減が重要

省エネ・節電実行計画 [H27' 冬季]

名古屋大学ベース電力削減対策 week

12月7日(月) ~ 12月11日(金) の5日間

使用していない実験機器、
IT機器等は、主電源を切り
待機電力を削減する



PULL

冷蔵庫・フリーザー類の内容
整理、低利用率のものは
集約化・運転を停止する



OFF

冷蔵庫・フリーザー類の設定
温度を見直し、可能な限り
設定温度を緩和する



SAVE

サーバー室等の空調設定
温度の見直し、外気冷房の
導入を検討する



CHECK



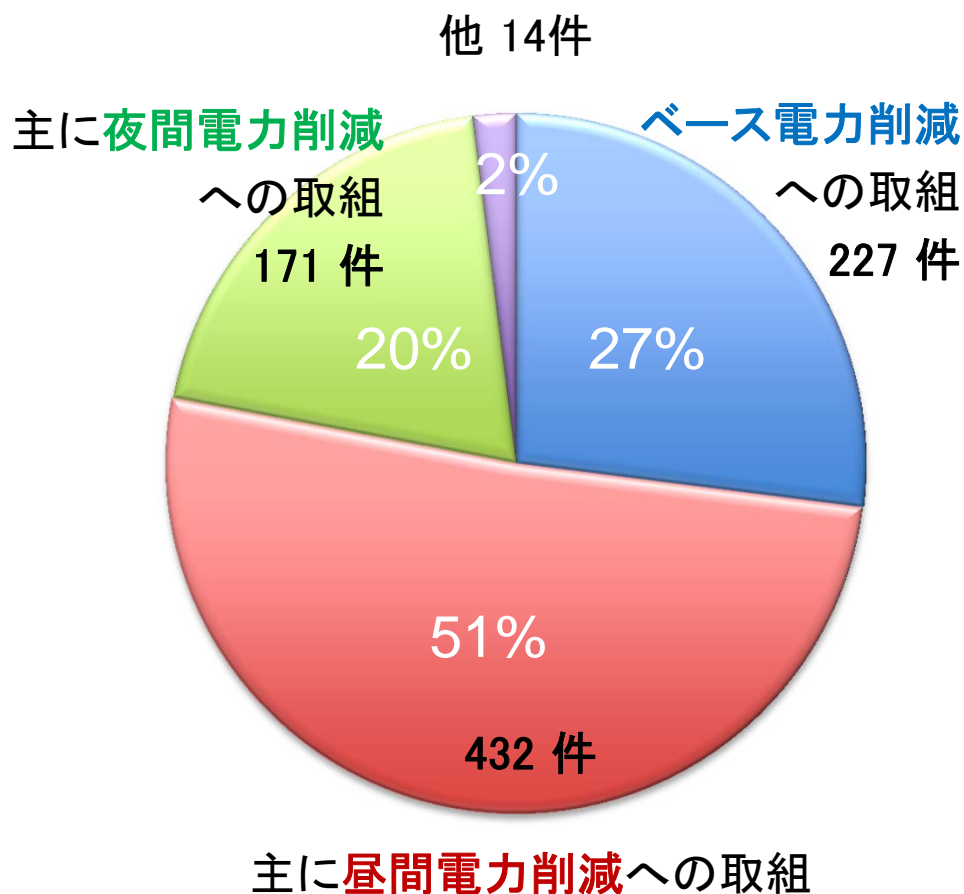
※実施した取り組みは、ベース電力削減のため冬季期間中は継続してご対応願います。



「ベース電力削減対策week」: 行動強化週間

ベース電力削減行動 取り組み内容を報告することで行動を徹底

- ・ 昨冬実施の毎月1回キャンペーンは実質的な行動啓発に繋がらなかった
- ・ 今冬シーズンイン時に取組内容と期待される削減効果を報告化
- ・ 41部局より計844件の実施報告



<ベース電力対策>

- ・使用していない家電・パソコンのプラグを抜く
- ・冷蔵庫の共用化による稼働台数削減
- ・冷蔵庫の設定温度の緩和
- ・実験用フリーザを省電力型に更新(小型化)
- ・サーバ室の空調設定温度の緩和と外気冷房
- ・使用のない・使用頻度の低い実験装置の停止

<昼間電力対策>

- ・ウォームビスによる空調設定温度緩和の徹底
- ・パソコンの省エネ設定・ディスプレイの輝度調整
- ・照明器具の間引き・外光利用による窓側消灯

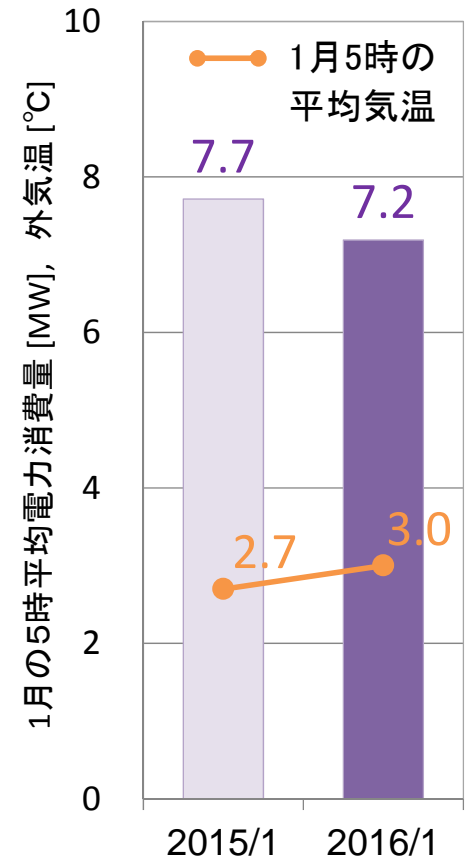
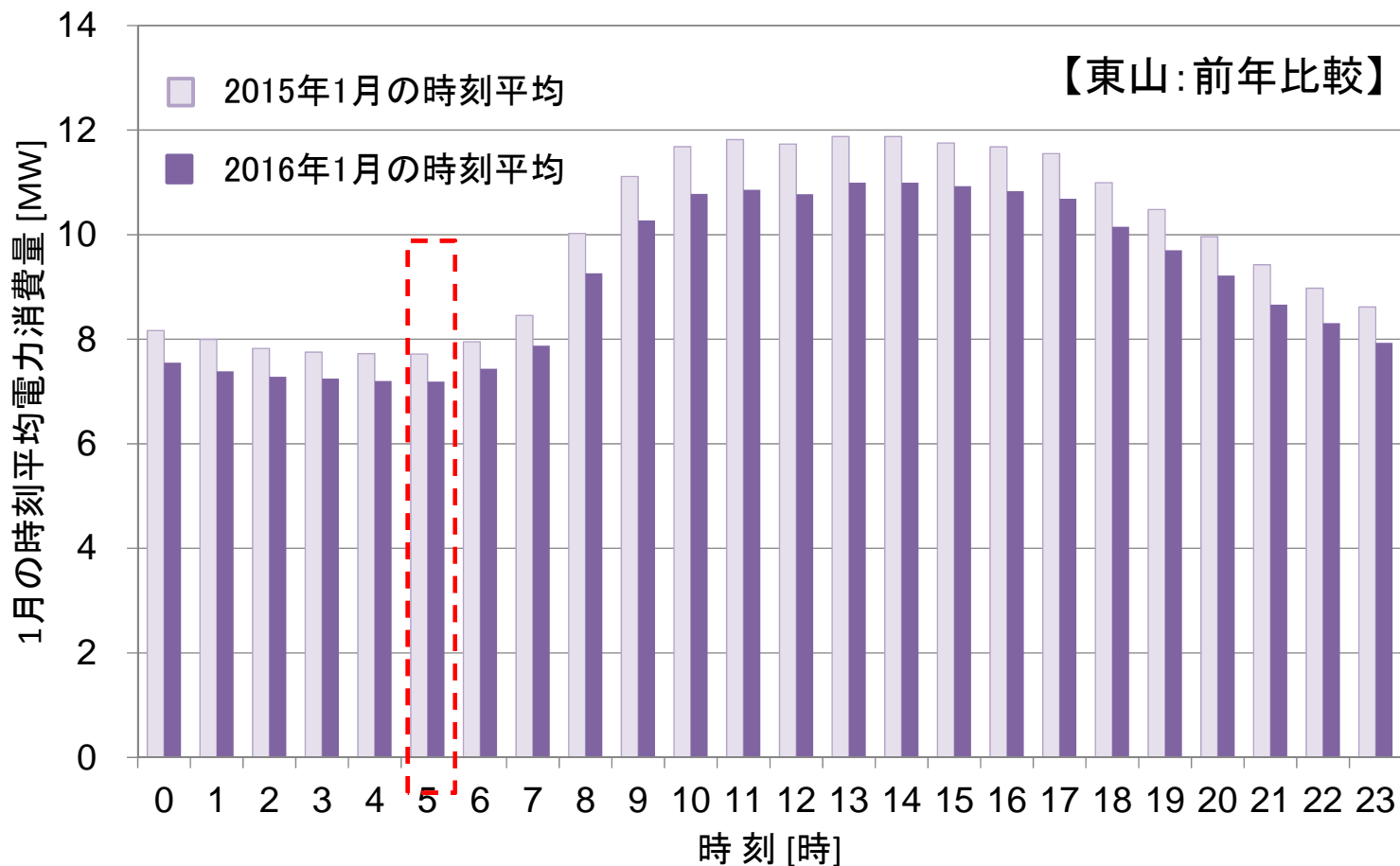
<夜間電力対策>

- ・帰宅時の消灯及び空調等の停止徹底
- ・スイッチ付テーブルタップによる電源管理
- ・ドラフトチャンバーの夜間運転の停止

「ベース電力削減対策week」の成果

ベース電力削減の成果 ※暖冬ではあったが

- ・ 2016年1月度の早朝5時の平均気温差(2015年1月度比) **+0.3°C**
- ・ 1月度のベース電力削減効果 **6.8%**(東山), **0.5%**(鶴舞), **2.7%**(大幸)



ベース電力
6.8%減

※東山キャンパスの電力量から、今年度新規に稼働開始した建物とスパコン増設分は除いて評価している。

フリーザー 対策の省エネインパクトの確認調査

ベース電力の主構成要素 と考えられる フリーザー の調査を実施

- ・資産リストを活用し、対象機器を抽出・リスト化してユーザに調査依頼（回答者の負担軽減と回収率向上のため）
- ・各部局の使用者にはリストにない機器情報も補完依頼して回答を得た

団地	フリーザー調査の結果			各キャンパスの実績値に占める割合		
	フリーザー 保有台数	消費電力 kW (予測値)	年間消費 電力 kWh (予測値)	ベース電力に 占める割合	契約電力に 占める割合	年間消費電力 に占める割合
東山	585	185	1,621	2.4%	1.1%	2.0%
鶴舞	489	235	2,059	6.5%	2.8%	4.6%
大幸	33	16	140	8.6%	2.9%	6.4%

※フリーザー消費電力： 平均稼働率85%と仮定して算定（定格消費電力×0.85）
（過去の学内省エネルギー診断から、フリーザ稼働率 約55%、65%、90%などの計測結果がある）

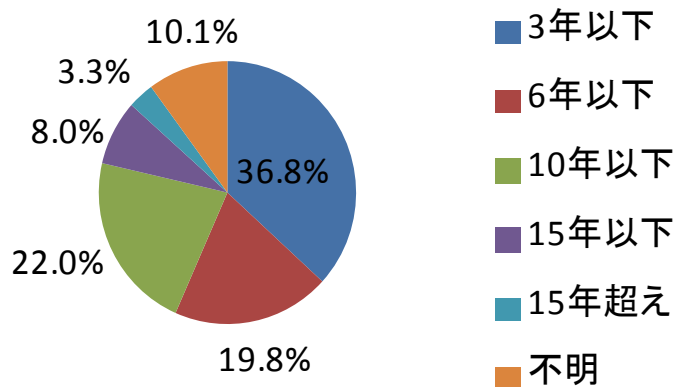
※フリーザー年間消費電力： フリーザー消費電力×24h×365日

フリーザー 対策の省エネインパクトの確認調査

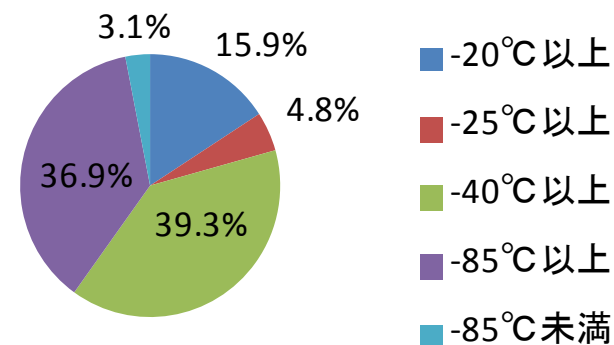
省エネインパクトの確認 と考えられる 今後の対策方針 の検討

- ・継続的に対策を要す項目だが、他に重要な対策項目があることを示唆果
- ・経過年数10年以下の機器が多く、稼働台数低減や更新時小容量化が課題
- ・フィルタ清掃や霜取のメンテナンスは、不明と答えたユーザへの確認必要

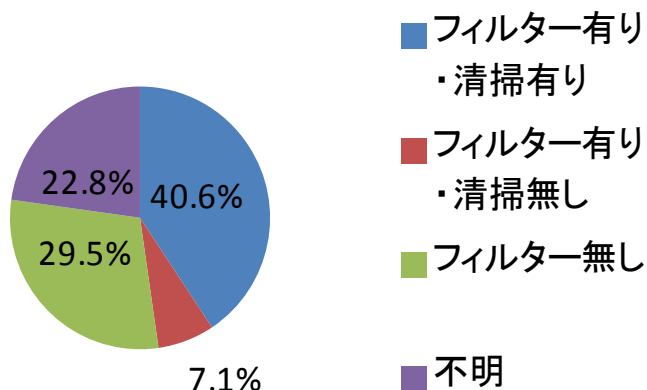
A. フリーザー類の経過年数



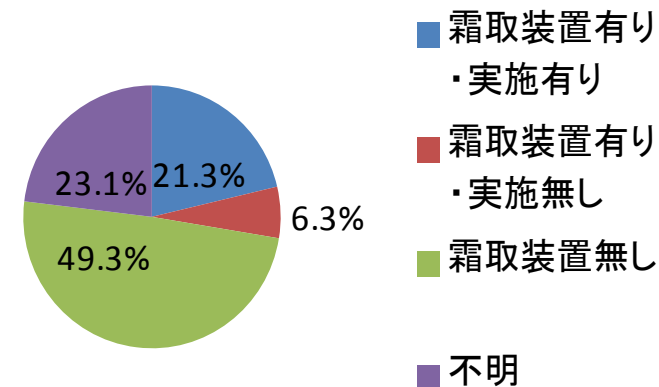
B. フリーザー類の設定温度帯



C. フィルター清掃の有無



D. 霜取装置・霜取実施の有無



既存建物の省エネ改修(改修財源の確保)

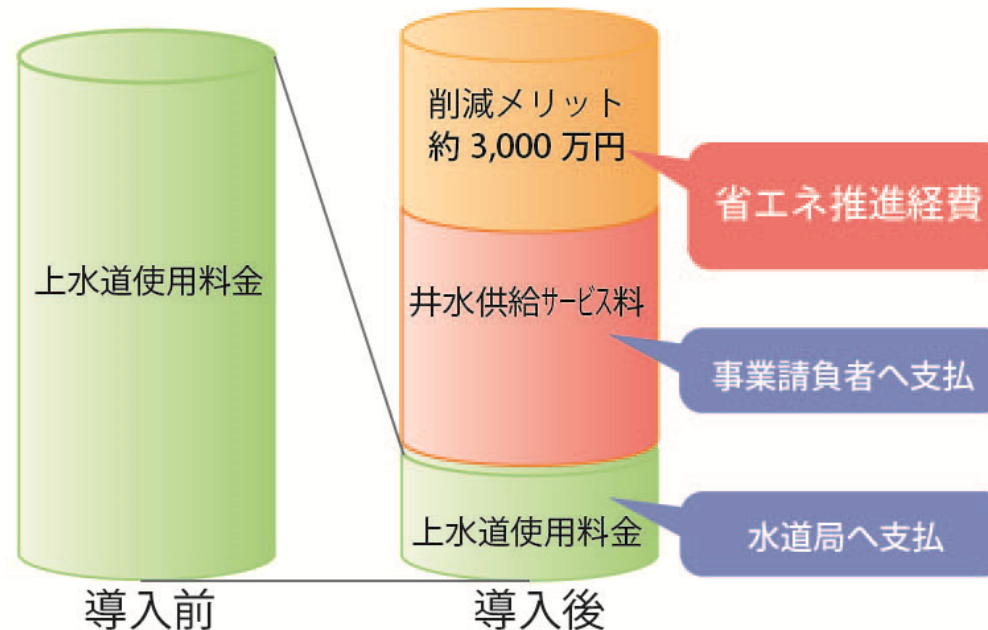
学内資金による省エネ設備改修(省エネ推進経費)2009～

地下水浄化サービス事業による、上水道使用料の削減額
年間約3,000万円を財源とした、省エネ改修等のための対部局貸付制度
(費用の7割補助、3割返却。但し、全学展開している事項は全額補助：網戸など)

< 用途例 >

LED照明交換、遮熱フィルム・網戸の設置、省エネ診断、実験用フリーザー更新 など

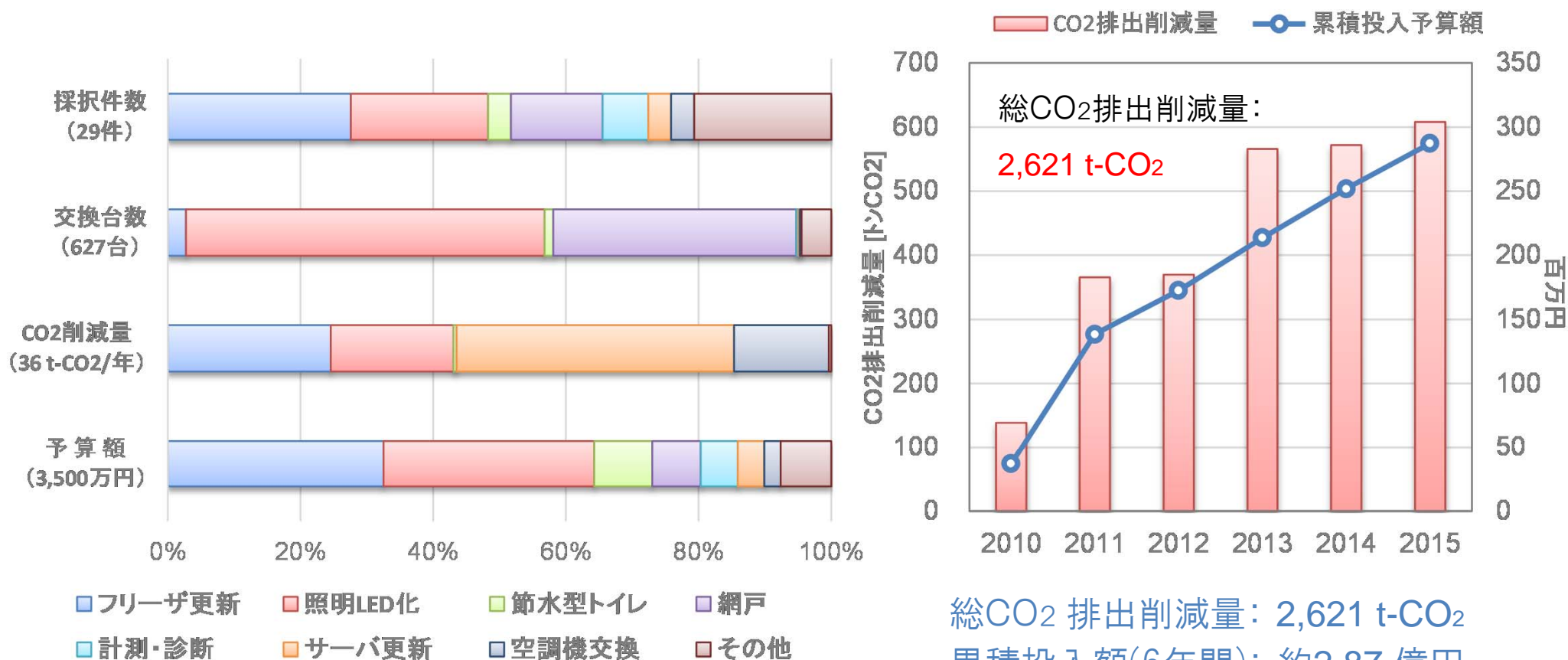
導入後の料金比較 (算定一例：下水料省略)



既存建物の省エネ改修(改修財源の確保)

小規模な省エネ改修財源：省エネ効果の高い 機器更新 などに利用

- ・採択項目は、フリーザ更新、照明LED化への投資が多い
- ・サーバ更新の費用対効果が非常に高い
→フリーザ更新、LED化はある程度進んだため、今後は効果的な省エネ・ソリューション提案を部局に行い採用を促す



総CO2 排出削減量：2,621 t-CO₂
累積投入額(6年間)：約2.87 億円

サステイナブル・キャンパスの形成 に向けた発展的な取り組み

大学を実証フィールドとしたエコ機器の効果検証(申請企業が主体)

<今年度参加>

- エアコンのデマンドコントローラ : 大冷工業株式会社
- 超省エネECOディープフリーザ : 株式会社アダチ
- 空冷ヒートポンプ効率向上ネット : eプランニング株式会社
- 省エネ換気扇コントローラ : 協力(新コスモス電機)

・フィールドテストの効果検証例(ECOフリーザ)

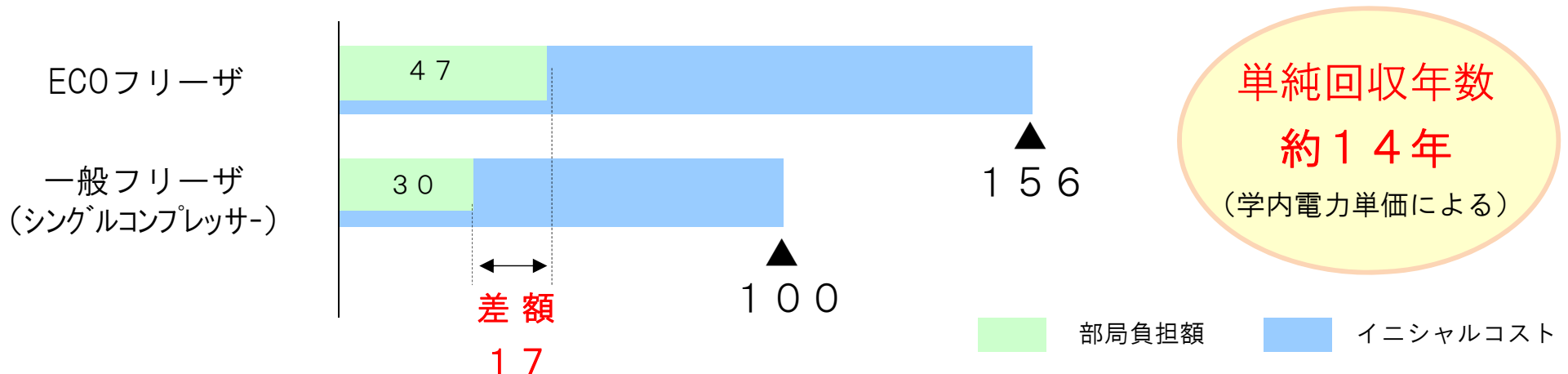
一般的なフリーザから消費電力が半分以下の製品が市販化されていることから、フィールドテストにおいて、エネルギー削減効果と費用対効果を検証した

項目	ECOフリーザ	一般フリーザ(国内A社製)	
年 式	H27年製	国内A社製 H12年製	国内A社製 H26年製
内容量/設定温度	780L / -85℃	728L / -85℃	728L / -85℃
その他仕様	—	デュアル冷却システム	シングルコンプレッサー
計測期間	2015/8/24 15:30 ~ 2015/11/21 15:30	2015/8/24 15:30 ~ 2015/11/21 15:30	2015/9/19 9:45 ~ 2015/10/28 9:45

フィールドテストの成果例 (ECOフリーザ)

項目	ECOフリーザ	一般フリーザ(国内A社製)	
計測延べ日数	90日間	90日間	40日間
消費電力(最大)	406 (482) W	1,202 (1,284) W	874 (938) W
期間消費電力量	849 kWh	2,598 kWh	839 kWh
年間消費電力量	3,443 kWh・年	10,536 kWh・年	7,656 kWh・年
電力量差 (対A社H年製)	▲ 7,093 kWh・年 (67.3%)	基準	▲ 2,880 kWh・年 (27.3%)
電力差 (対A社H26年製)	▲ 4,213 kWh・年 (55.0%)		基準

※ 消費電力・最大電力は計測期間中の平均値を示し、期間消費電力量は計測期間における累積電力量を示す。
 ※ 年間電力消費量は、期間消費電力量÷延べ日数×365日として試算した。

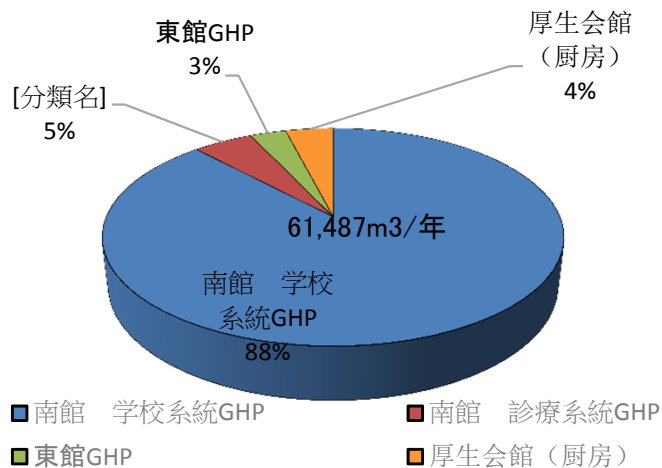
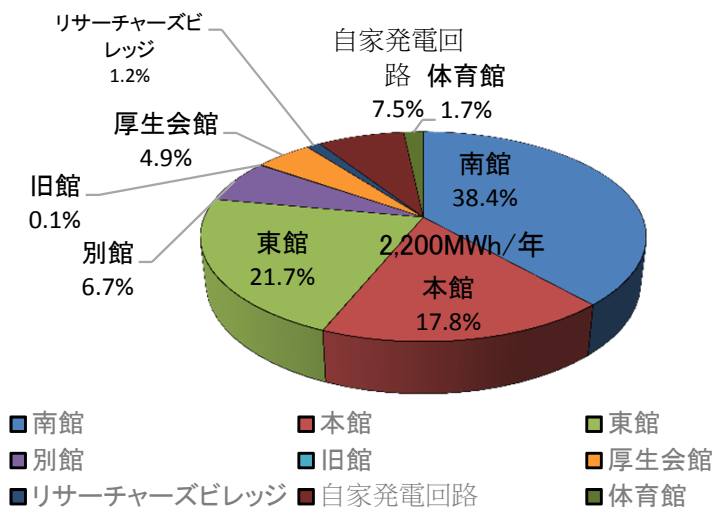


※ 省エネ推進経費 活用の場合 (70%補助) → 現行制度の再検討 (フィードフォワード)

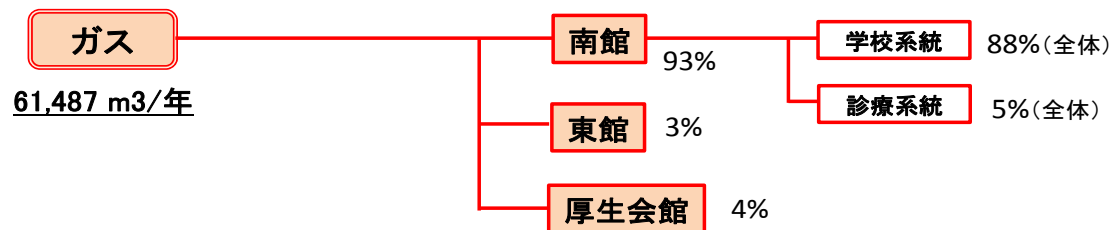
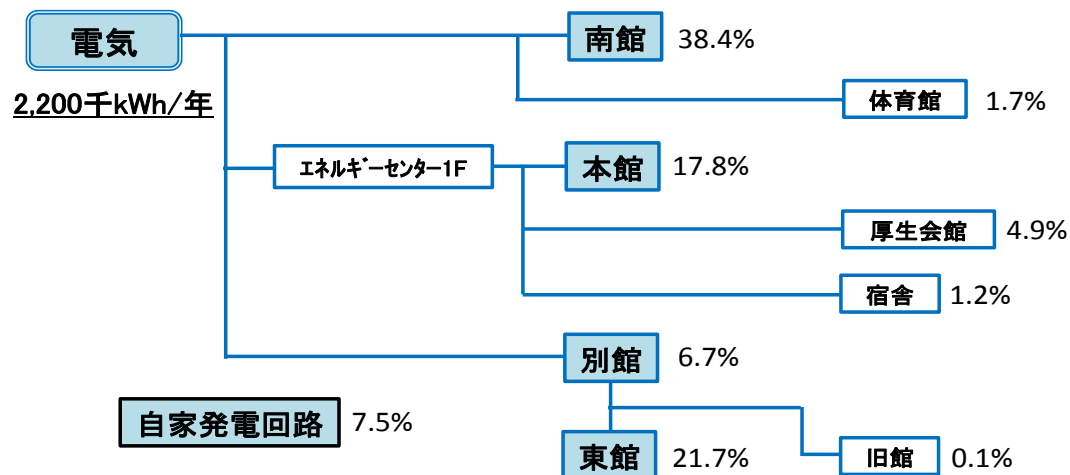
エネルギー消費状況の実態把握(補助金活用)

環境省:二酸化炭素削減ポテンシャル診断を受診(2015年)

- ・大幸団地 対象 (H27年度 二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金)
- ・学内計測器も投入し、機器の電力使用パターンを同時に追加計測・分析



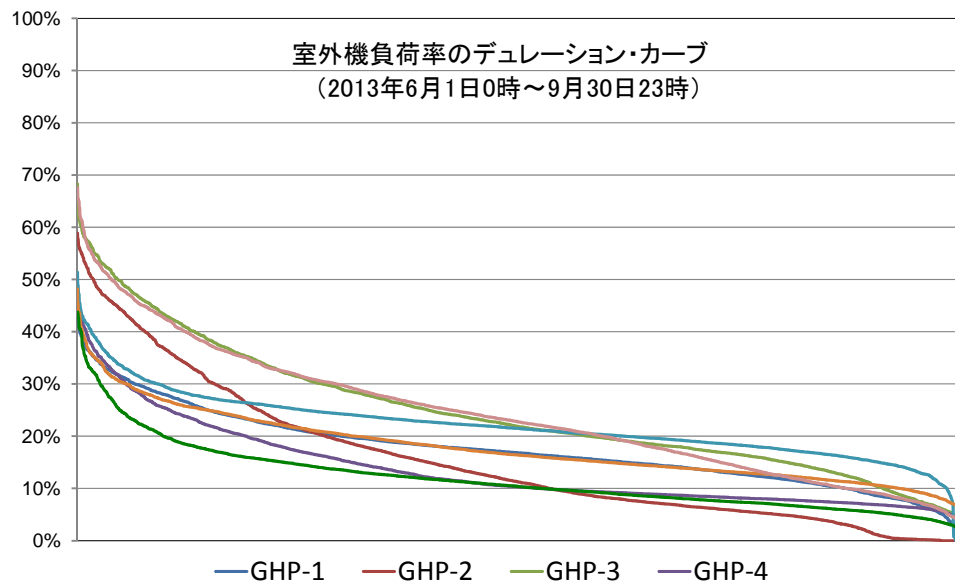
- ・エネルギー消費構造の把握と省エネ対策項目の抽出
- ・大型医療系機器の電力消費パターン認識とデマンド対策検討



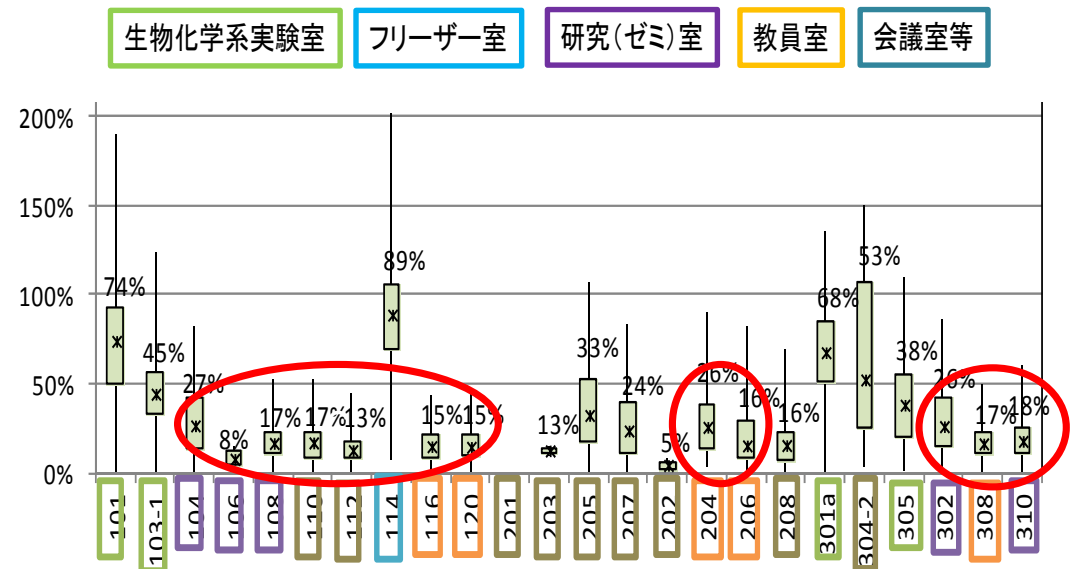
実態把握にもとづく空調容量設計の再検討

空調機容量の選定方法の見直し

- ・マルチエアコンの運転状態を分析。空調容量に過度な余裕がでない手法検討
- ・設置容量が大きめとなる要因を、実態データと見比べて検討
 - 室内機が大きめな容量で選定される → 室外機が大きめとなる
 - 室内機選定時の工夫(教員・学生居室が大きめ)、ゾーニングの再考
 - 室外機に対する室内機接続容量比率の目安を見直し(100% → 130%)



空調機の室外機負荷率の実態把握の例



室内機容量に対する実処理負荷比率(夏期:6~9月)

電力使用状況のWeb見える化

電力使用量のWeb見える化 2010～

- ・各キャンパス(東山・鶴舞・大幸)の電力消費推移を“見える化”
- ・建物毎(東山)の電力消費の表示
- ・数値目標値と現状消費の 状態認識
- ・タイムリーな行動啓発メッセージ表示



東山地区 (30分毎)

お知らせ ← デマンドの現状や状況に応じたお願いメッセージを表示

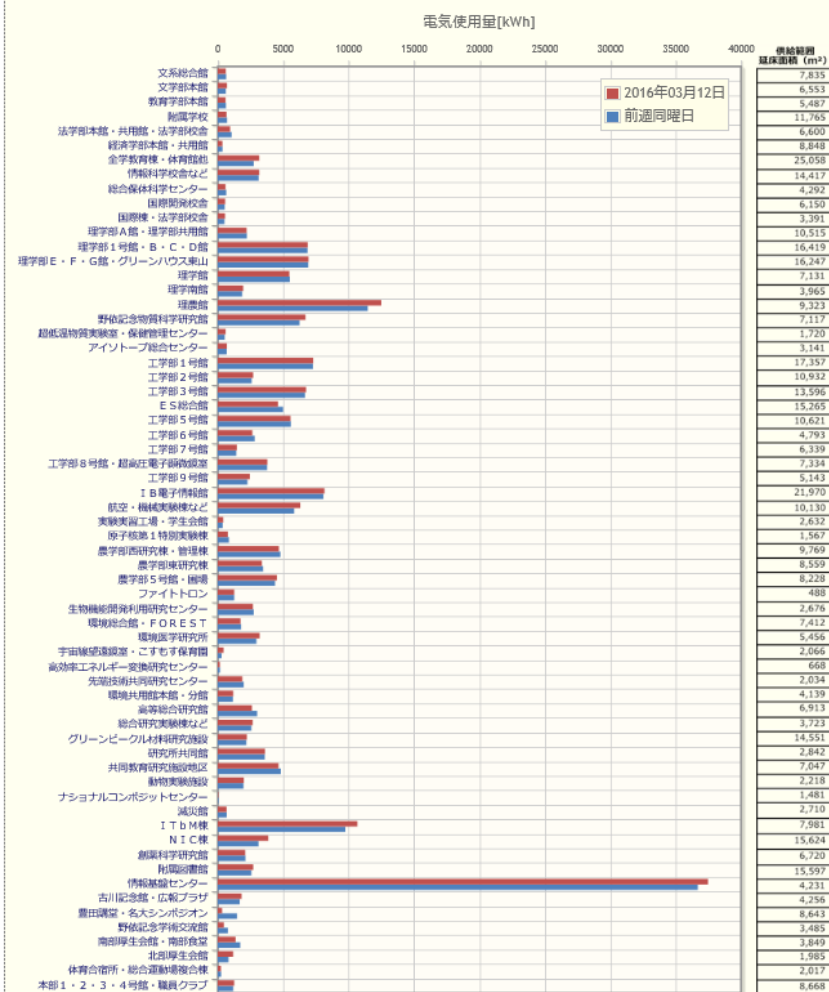
2014年度CO2排出量2005年比 22.4% 削減!! (総長声明の目標達成)

[省エネ・節電実行計画\[H27'夏季\]\(全文\)](#)



▼東山キャンパス主要建物別電力消費量

※建物名をクリックすると昨日の時間別消費量が表示されます



取得したエネルギーデータの活用が課題となっている

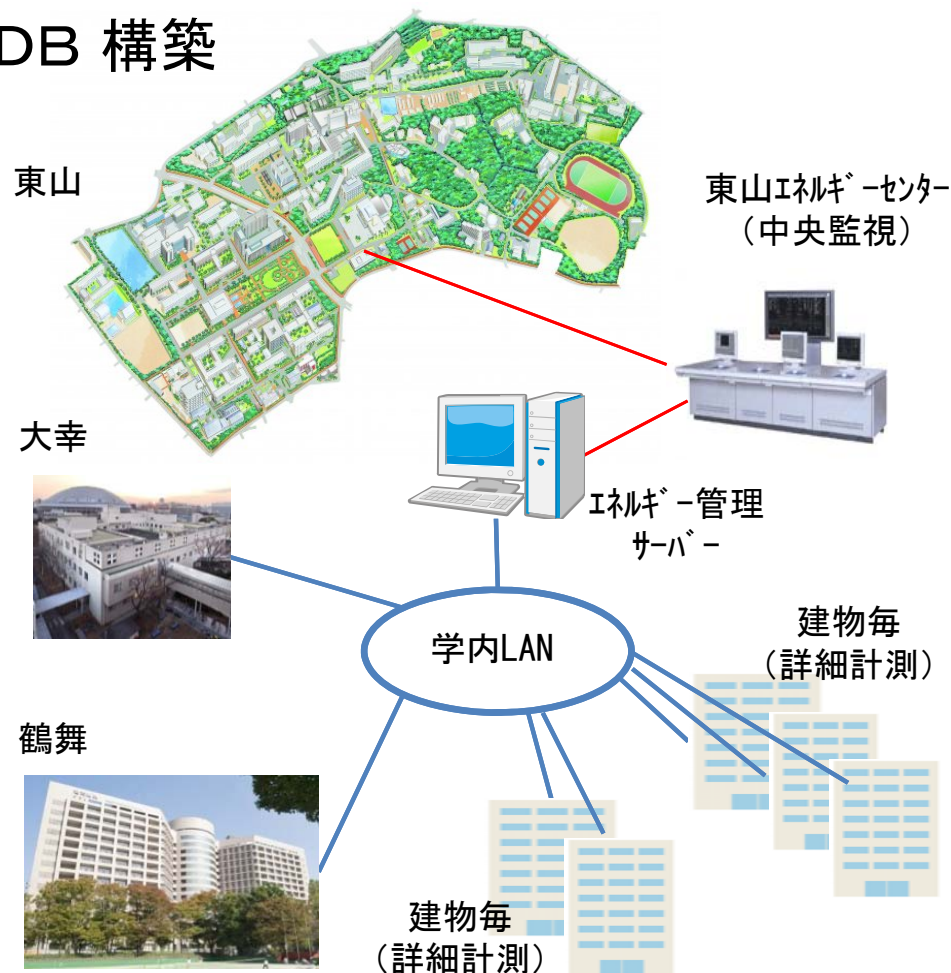
- ・リーズナブル、フレキシブルな EDMS を構築中
- ・分析作業の省力化、構成員へのタイムリーなレポート表示(見せる化)
- ・あとで活用しやすい“使えるデータ”のDB 構築

<構築課題>

- ・既存の分析システムは、拡張費用が高い
- ・多様な分析要求に対する柔軟性が低い(仕様の縛り)
- ・他社の計測装置との互換性が乏しい(メーカ依存性)
- ・異なるデータ・フォーマットや計測時間間隔への対応難
- ・必要データの探索、切出し、分析に時間を要す
- ・分析に多くの人が必要であり人工が嵩む など

<構築方針>

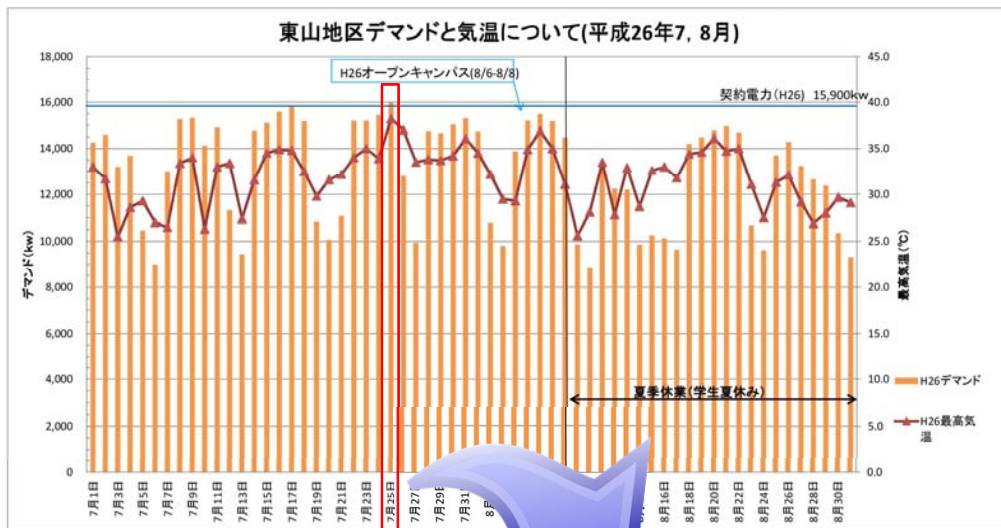
- ・既存システムの収集データを活用したいレベルのデータフォーマットに再加工して“使えるデータ”を保存
- ・簡易で安価な方法で、データ収集・管理を一元化
- ・建物詳細計測データと主幹データの統合
- ・電力消費とガス消費量データの統合化
- ・分析に必要なデータ項目・期間を指定してデータ抽出
- ・必要となる分析機能をいつでも安価に追加・変更



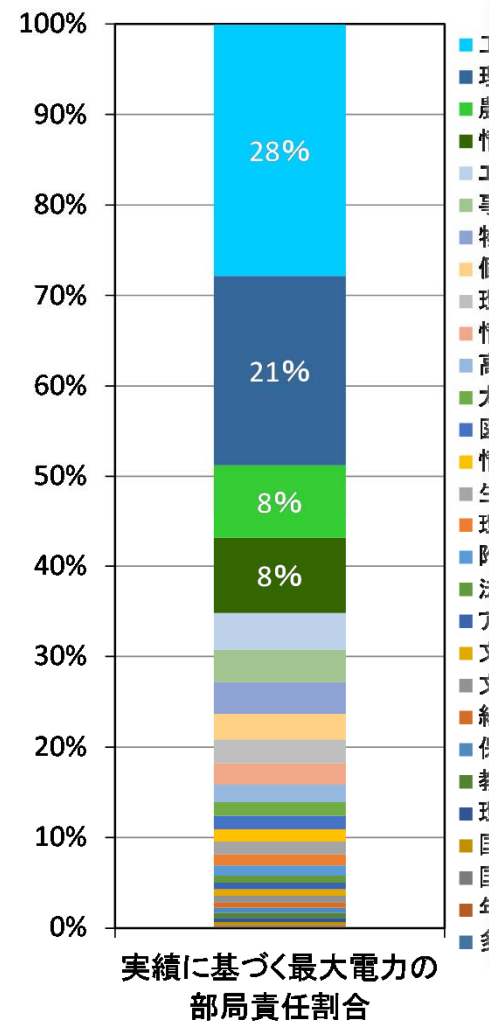
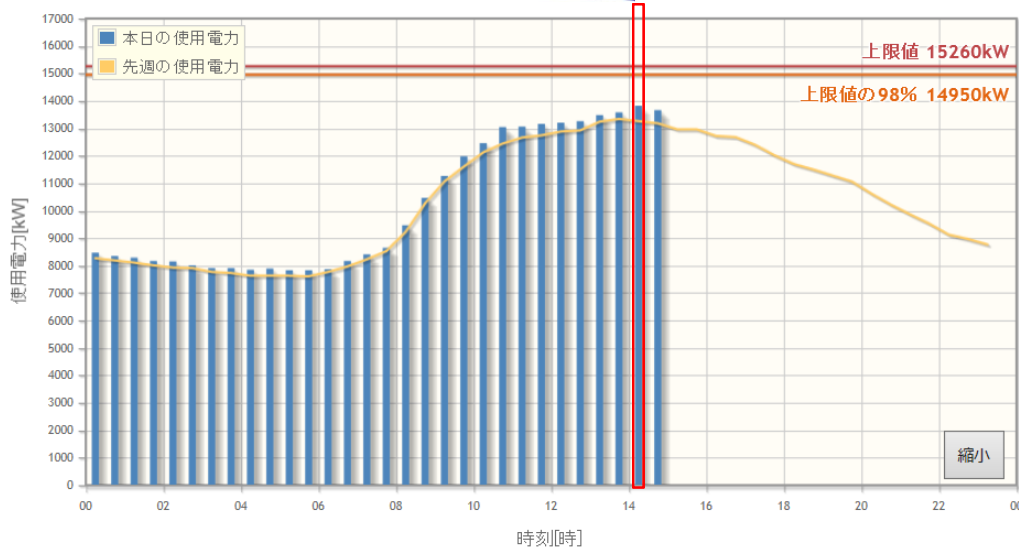
EDMSによる“見える化”と契約電力抑制

“最大電力”出現時間帯に、各部局でどの程度の電力使用 [kW] があったか分析・公開できるツール

2015年7月15日 14-15時の試算例



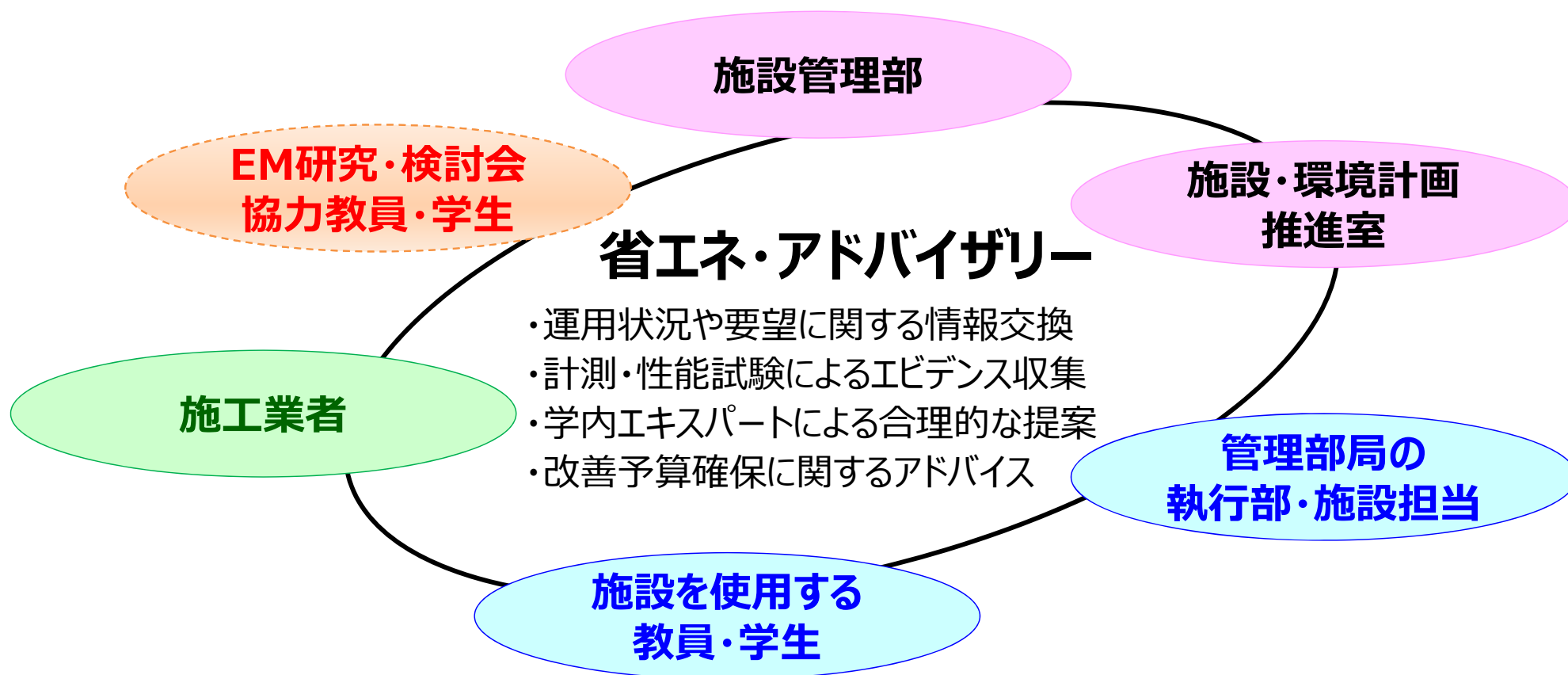
東山地区 (30分毎)



既存設備の性能検証と省エネ・アドバイザー

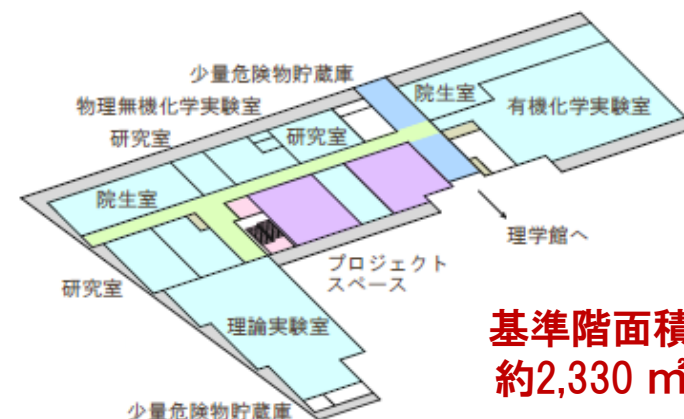
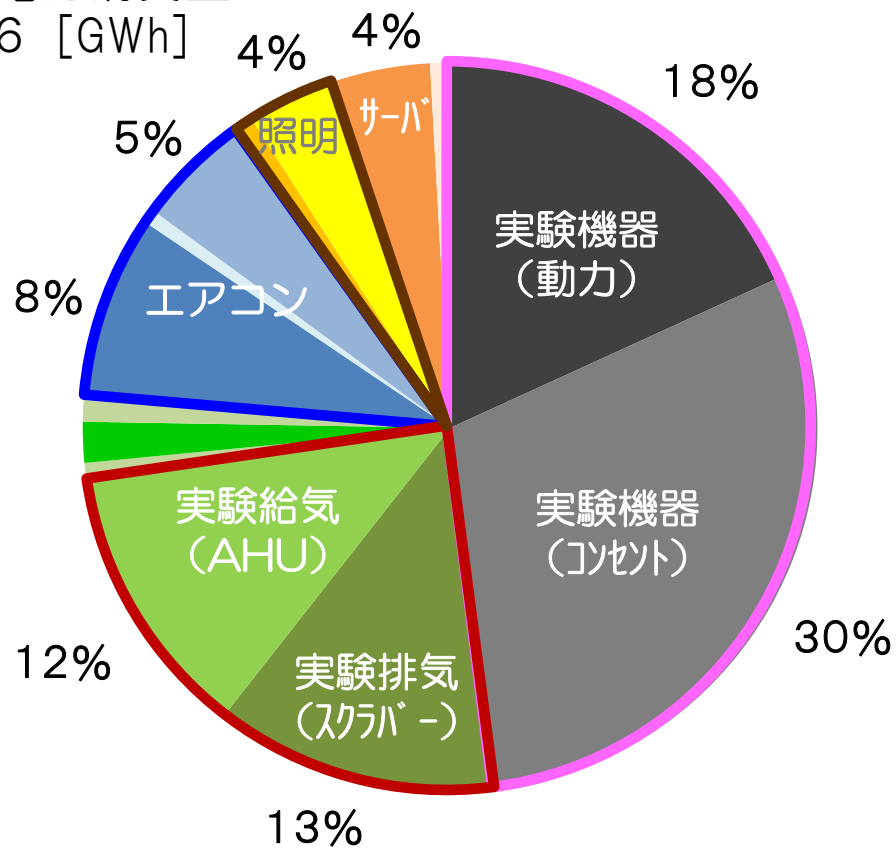
既存建物の空調・換気設備等に対し、エネルギー消費の現状や運転性能を検証し(レトロ・コミッション)、改善提案を行う

- ・専門家によるソリューション提案で部局支援をするボトムアップアプローチ
- ・各部局に実効力ある省エネメニューを提示し、効果的な資金投入を促す
- ・個別の問題解決ではなく、全学展開を前提とした改善モデルを追求する



年間エネルギー消費原単位：
約500kWh/年・m²(約4,800MJ/年・m²)
(同大学内の他の理系建物の約2倍)

年間電力消費量
4.66 [GWh]



基準階面積
約2,330 m²

空調・換気系の電力削減策

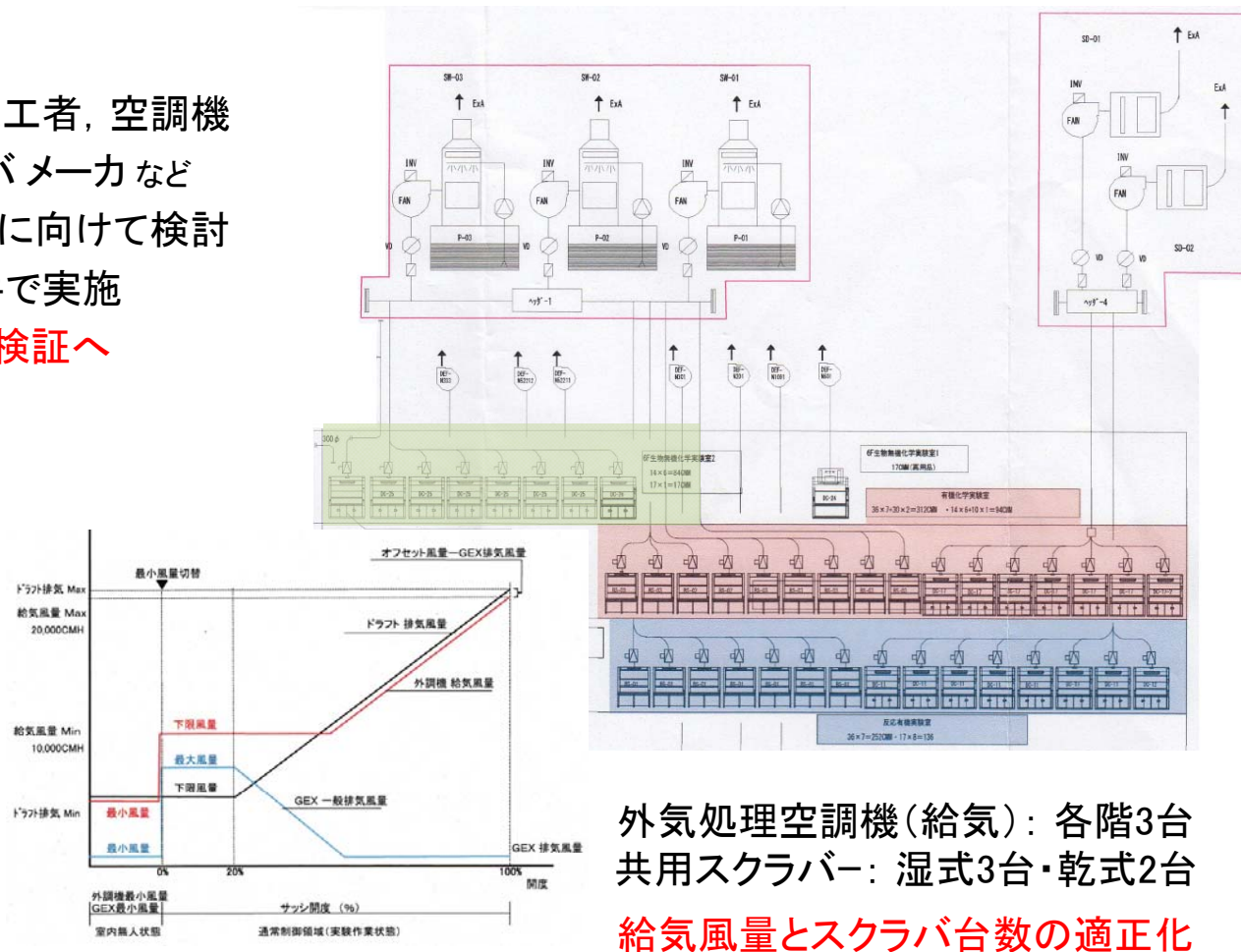
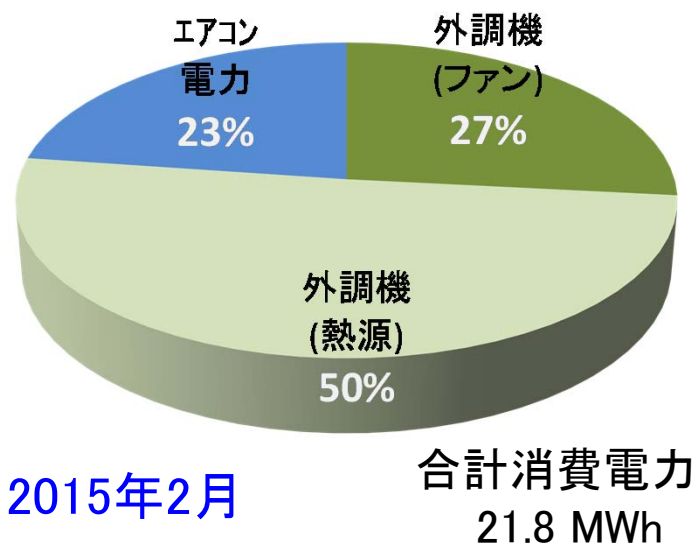
昨年度の報告(実験給排気系の電力消費:半減の可能性あり)

- **エアコンの停止** : モデル研究室で空調・換気系のエアコン電力 **全体の23%削減**
- **外調機 風量 50%減** : 最小風量 16回/h→8回/h $27\% \times 0.5 =$ **13.5% 削減**
- **外調機(熱源)** : 処理顕熱量の削減を考慮 $(50\% - 8.5\%) \times 0.5 =$ **20.75% 削減**

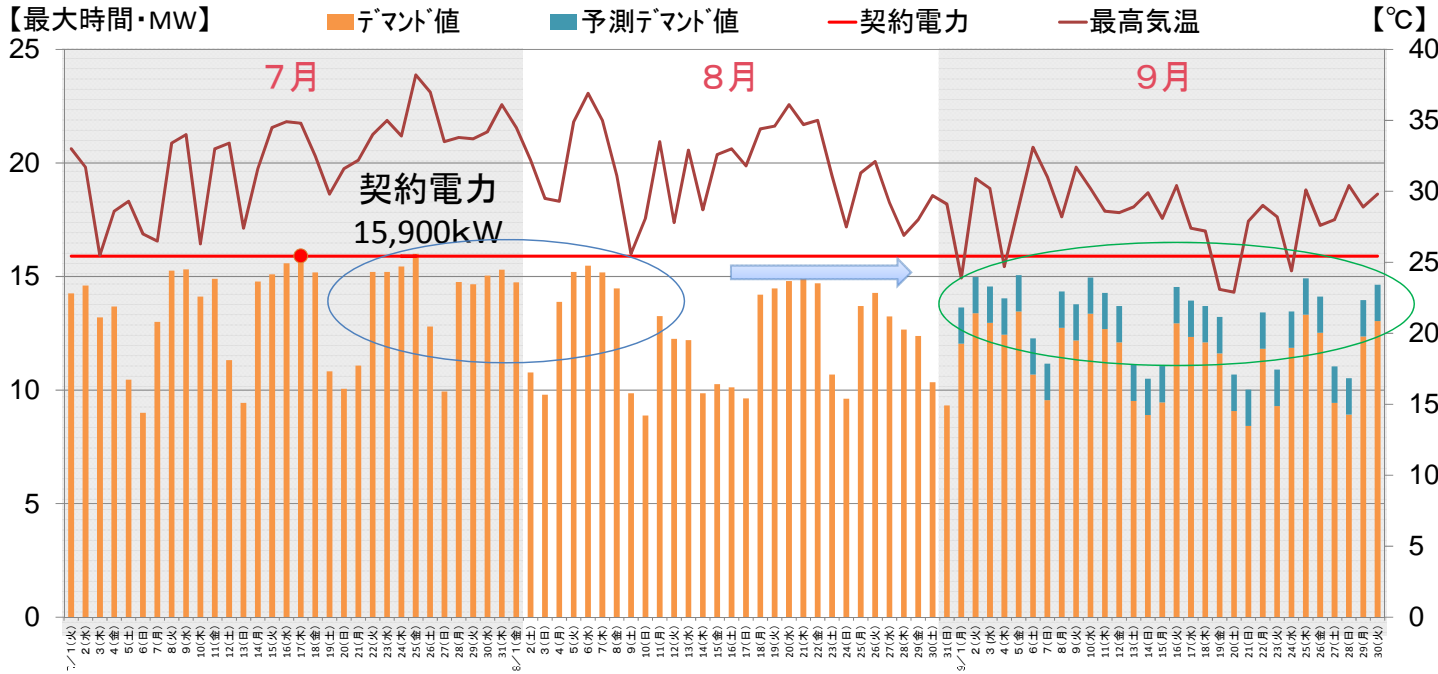
<2015年度の性能検証>

- ・エキスパート会議5回: 大学, ユーザ, 施工者, 空調機メーカー, 計装業者, ドラフトメーカー, スクラバメーカーなど
- ・技術課題を整理: 各専門の視点から解決に向けて検討
- ・システム機能試験: 限界最小風量の条件で実施

→ 2016年度に改善提案策の実践と効果検証へ



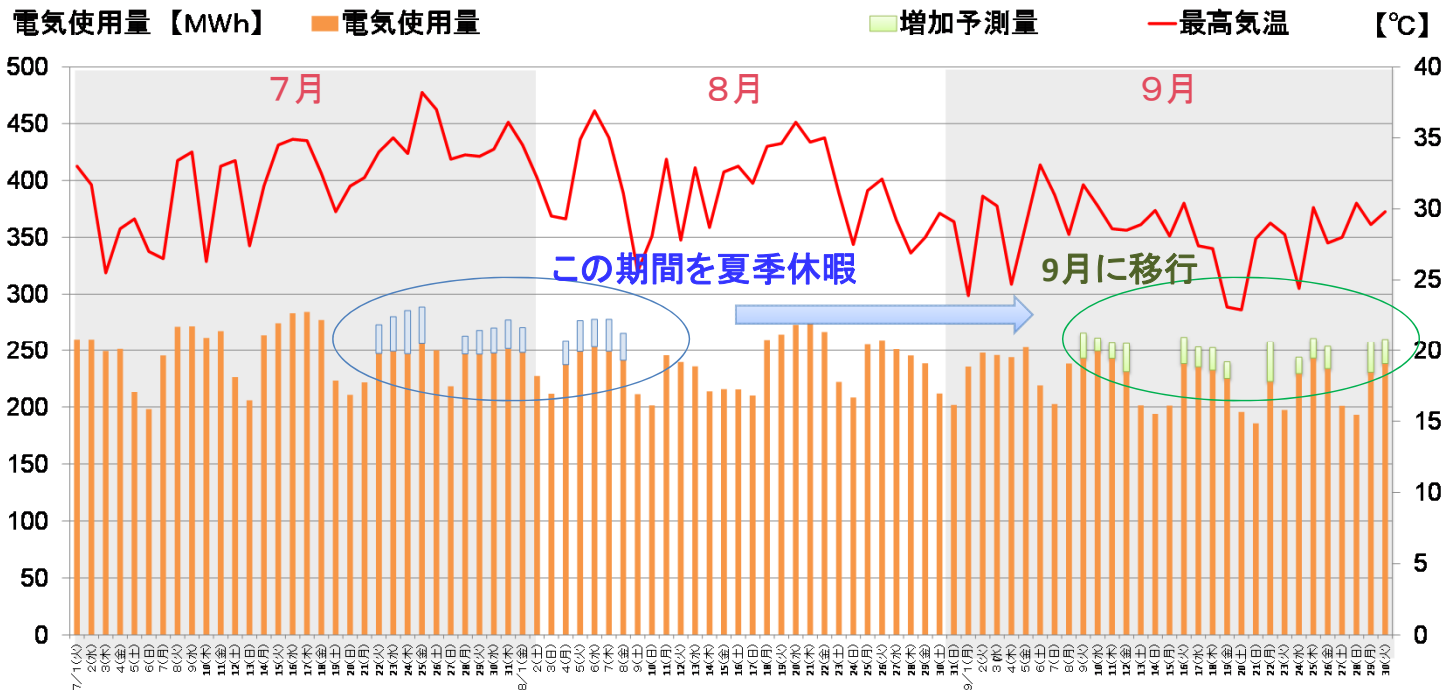
夏季の省エネ・節電策（授業日変更の効果検討）



7月中旬～8月上旬を
夏季休暇に9月へ移行

契約電力の低減に伴う
基本料金の削減効果
年間 約200万円

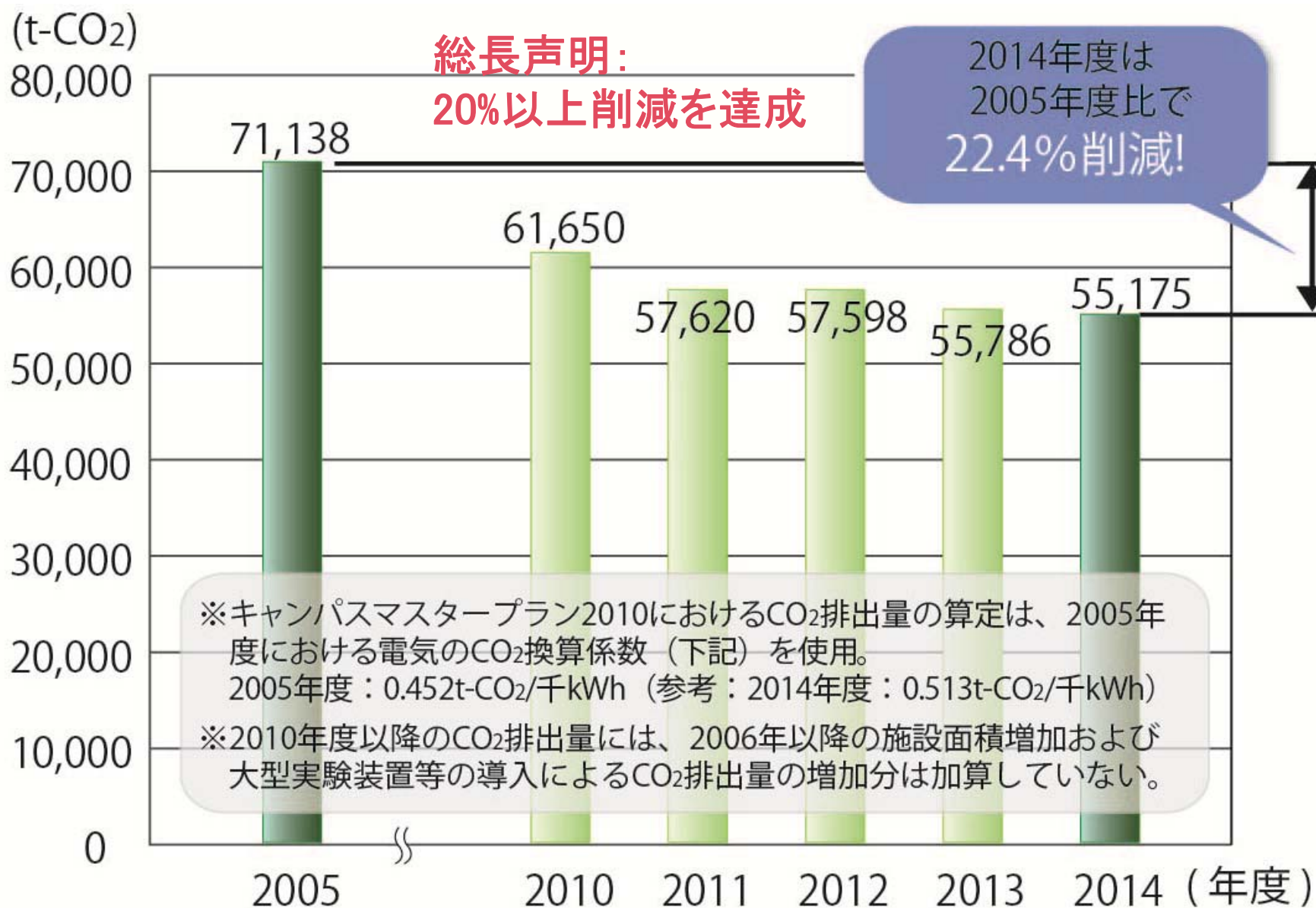
※通常時のデマンド値と最高気温
の相関から9月のデマンド値を補正



電力消費量の削減による
電気料金の削減効果
年間 約150万円

※通常時の電力消費量と最高気
温の相関から9月の消費量を補正

省エネ・環境負荷低減の成果



サステイナブル・キャンパスに向けた成果

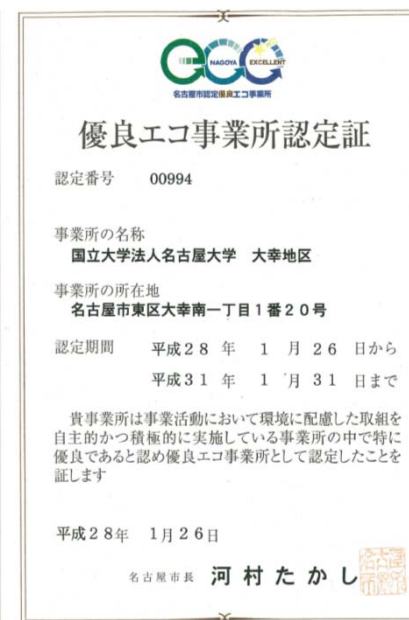
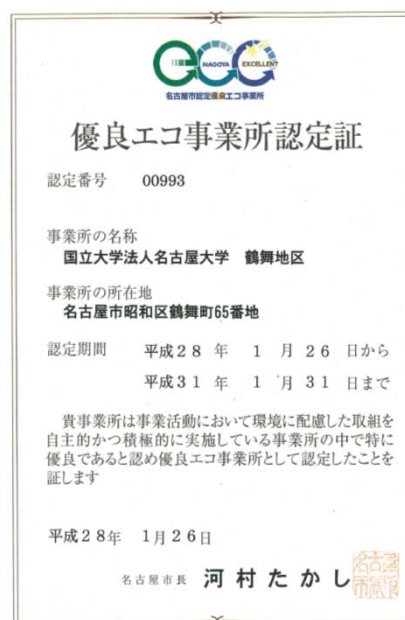
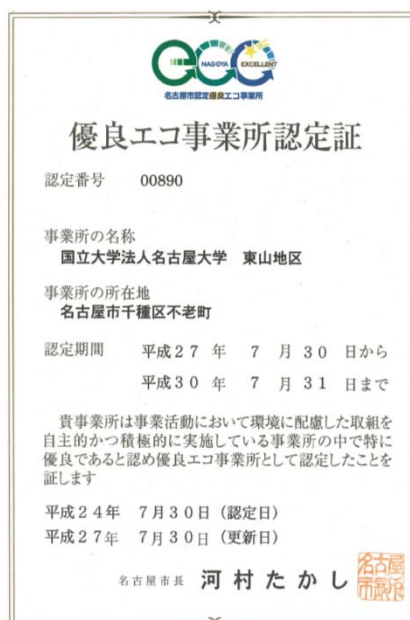
CAS-Net サステイナブルキャンパス評価 -プラチナ認定-

本学の 大学運営のありかた、研究・教育の実績、
キャンパス環境の整備状況、地域・社会貢献に
対する様々な取組が、2016年2月に国内で唯一
サステイナブルキャンパス「プラチナ」認定



名古屋 優良エコ事業所認定 -主要3団地 認定へ-

”低炭素エコキャンパス”化への
自主的かつ積極的な活動とCO₂
削減実績により、東山(2012)に
続き鶴舞・大幸地区(2016.1)も
名古屋市「優良エコ事業所」認定



ご清聴ありがとうございました

