

名古屋大学におけるエコキャンパスの取組み

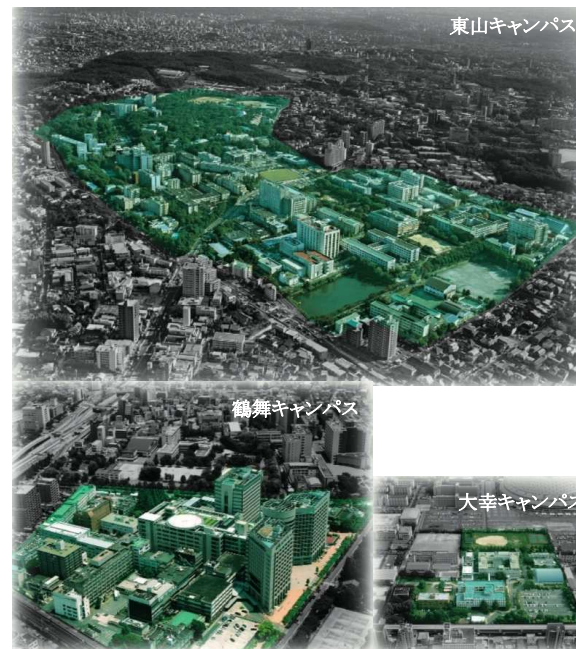
第15回 大学施設マネジメント研究会
2015. 1.29

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)

特任教授 田中 英紀



名古屋大学キャンパスの概要



構成員数 約21,500人

・名古屋市人口の1%

総予算額 約1,200億円

・20万人都市と
同規模の予算額

CO₂排出量：約7万ト

・名古屋市の業務系で
最大の排出者

“ひとつの都市”
としてのキャンパス

東山キャンパスの概要



Chapter 1 キャンパスマスタープラン策定と
PDCA によるプラン実現化

Chapter 2 新築・改築・改修プロジェクトの
デザインマネジメント

Chapter 3 良好環境の維持・大学経営のための
ファシリティマネジメント

Chapter 4 低炭素エコキャンパス実現のための
エネルギーマネジメント

キャンパスマスタープランと PDCA によるプラン実現化

1 キャンパスマスタープラン(CMP)の継続的進化

CMP1995(東山キャンパス一次案)

空間の骨格や建築の特徴によるデザインガイドライン

CMP1997

都市や地域との共生

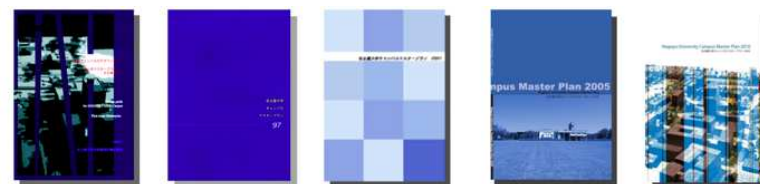
CMP2001

大学憲章に基づく全学的協力

CMP2005

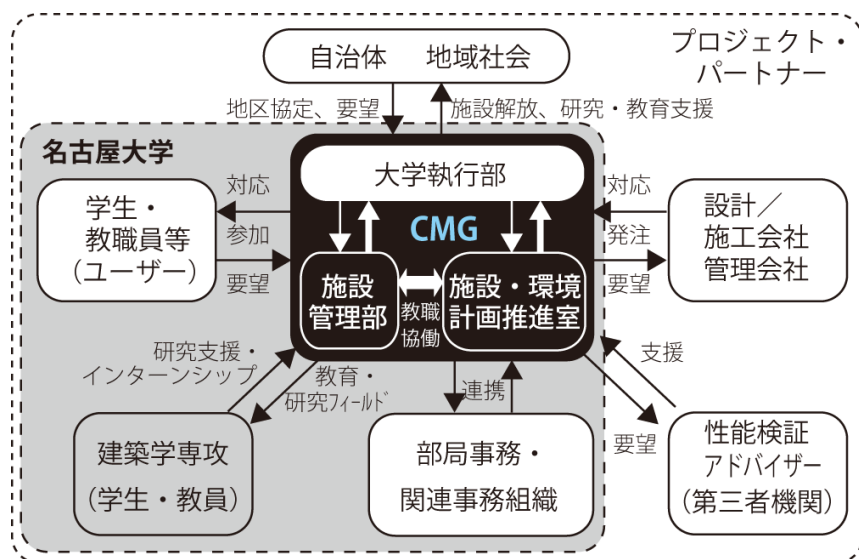
FMIによる大学経営への貢献

不変的に継承すべきものに蓄積を重ね進化を続ける



CMP(一次案)1995 CMP 1997 CMP 2001 CMP 2005 CMP 2010

1 キャンパスマネジメントの体制

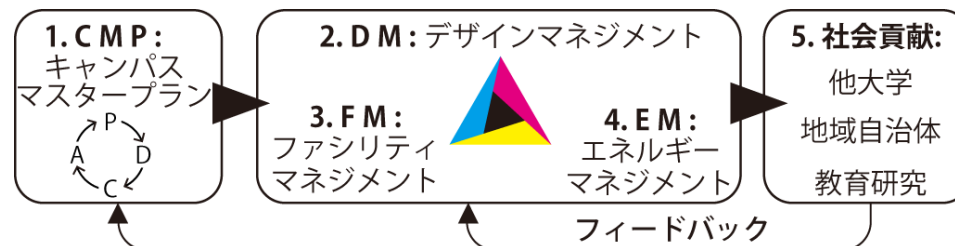


CMG(キャンパスマネジメントグループ):

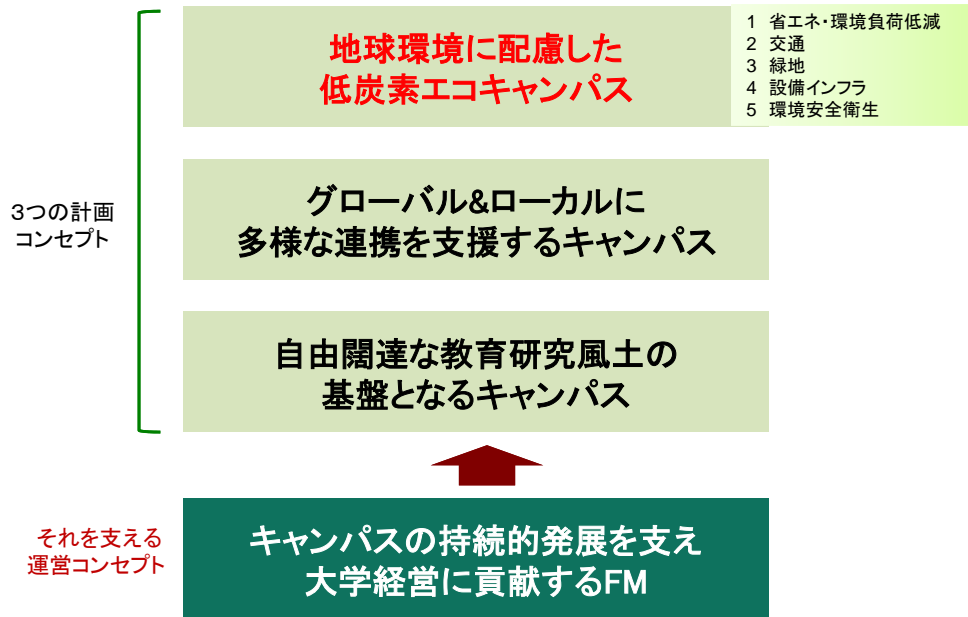
施設・環境計画推進室、工学部施設整備推進室、環境学研究科奥宮研究室：方針提案、専門的支援、研究/教育貢献、施設管理部：企画・発注・整備・管理業務

1 キャンパスマネジメントの概念

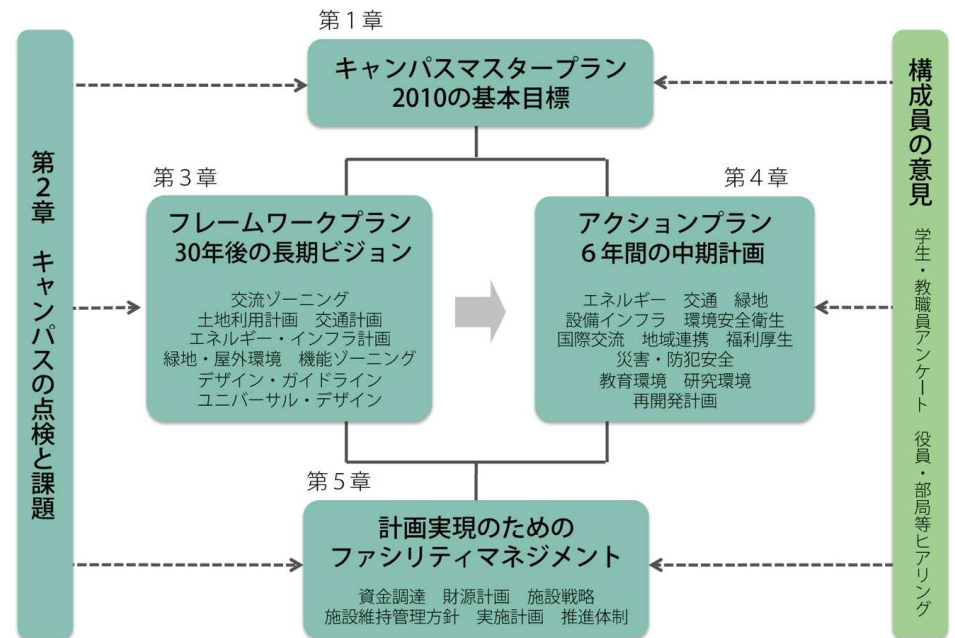
新たに「つくる」ことに主眼を置いた組織体制から、
適切に「つかう」ための包括的なマネジメントへ



1 CMP2010（現行プラン）のコンセプト



1 CMP2010の構成



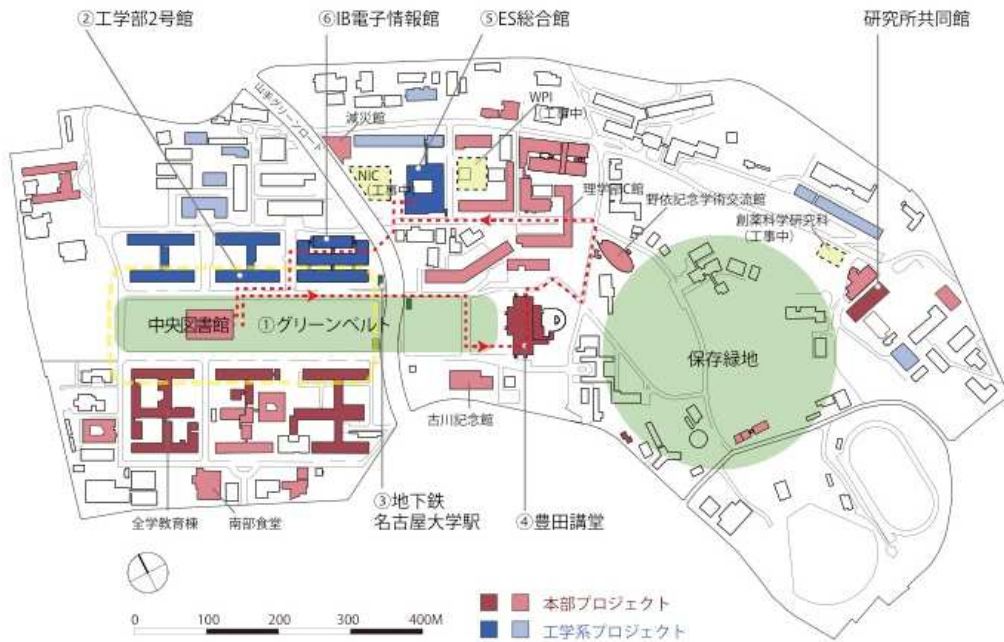
1 CMP2010の展開と点検評価



Chapter 2

新築・改築・改修プロジェクトのデザインマネジメント

2 東山キャンパス・プロジェクトマップ(ここ10年余り)



2 改修建物性能の高度化

意匠・構造・環境の研究者協働から生まれた外殻フレーム構法による耐震改修(工・2号館改修:2002)

- 低層の彫りの深いファサード
- 内部構造体をほぼ増設しない補強
- 日射遮蔽・配管設備等の隠蔽機能
- パブリックスペースの充実化

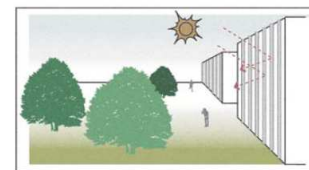
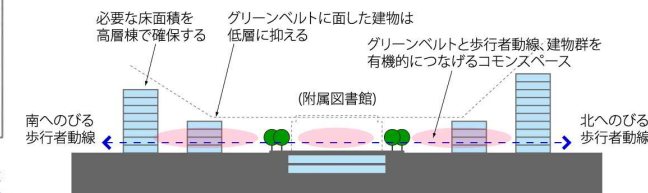


図 3-21 日射負荷低減を意識した建物配置・外観



14

2 新営建物の先進化

CMPの各種計画を実現するパイロットプロジェクト(工・2号館改修:2011)

- 新キャンパス軸沿いパブリックスペース創出
- 工学・理学・全学の共同建築のあり方を追求
- コミュニケーション重視の新研究スペース実現
- 低炭素キャンパスを実現する低環境負荷建築

全館LED照明、日射遮蔽フィン、アースチューブ、自然換気、ドライミスト、等

設計: CMG+久米設計
構造規模: S・SRC造、8階
面積: 15,600㎡



Engineering and Science Building

15

2 新営建物の優良ストック構築

CMPアクションプランである旧核研跡地再開発計画第I期プロジェクト(研究所共同館:2013)

企画～運用までの

トータル・ビル・コミッショニング

が適用された先進事例

- 既存同種施設から20%の省エネ化(蓄熱槽やエコシャフトなどの導入)
- 出会いを創出するラウンジ、キッチン、コピーコーナなどを吹抜周りに配置

設計: CMG+日建設計
構造・規模: S・SRC造、8階
面積: 7,000㎡



16

2 コミッショニング検証項目の概要(設備Cx)

性能検証関連図書の作成	OPR、性能検証仕様書など
設計条件の確認	人体・照明・コンセントの標準原単位
	人体・照明・コンセントの稼働率・スケジュール (装置能力設計用、年間エネルギー消費検証用)
	空調運転スケジュール(中間期の空調の有無を含む)
	冬期の冷房負荷への対応(冷房運転の有無) 加湿の有無・方法
建築的省エネルギー手法の効果検証	ピーク時、年間運転時のアースチューブの性能
	エコシャフトでの熱損失・熱取得の検証 アースチューブ・エコシャフトの圧力損失
検証手法の確認	負荷計算方法
	アースチューブ・エコシャフトの熱的性能検証
その他設計要件	年間エネルギー消費量計算方法
	井水の有効利用方法
	FCU二方弁の制御方法
	熱媒温度ならびに温度差の確認 蓄熱システムの運転モードと活用方法に関する最適化
装置仕様などの確認	各機器の能力などの仕様の確認
設計図書のレビュー	仕上がり20%、50%、90%、100%時でのレビュー
年間エネルギー性能の検証	ゾーン毎、建物全体でのエネルギー消費原単位の確認

21

Chapter

3

良好環境の維持・大学経営のための ファシリティマネジメント

2 コミッショニングの効果

基準建物:

エネルギー消費原単位
電気・ガス合計 1,055MJ/m²・年

CALE目標性能:

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
- ・室外機能の適正設定

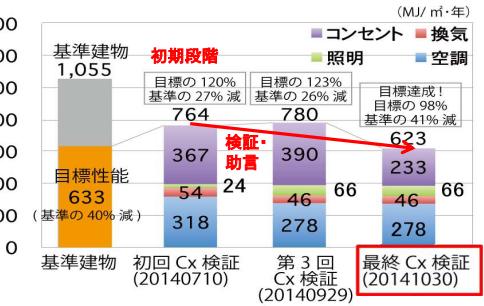
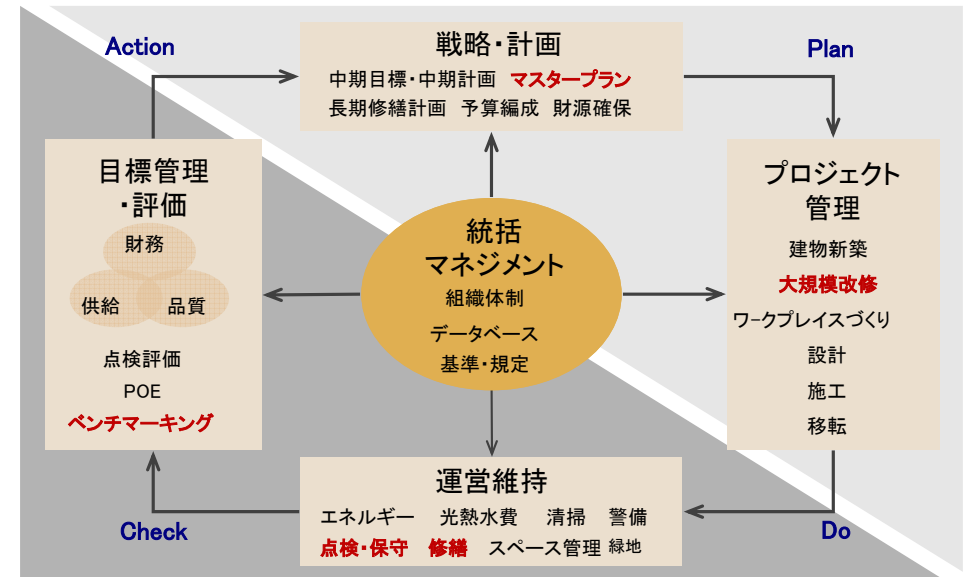


図. CALEの年間消費エネルギー原単位の変遷

3 ファシリティマネジメント・サイクル

施設をつくるから、根拠に基づく施設の整備や運営へ



3 施設の実態把握と点検評価

○ 施設実態データベースの構築 1997～

- ・工学部で大学初のCAFM(Computer Aided Facility Management)導入
- ・その後、施設データベースを全学に展開し、FM支援に活用

○ スペースチャージ 1998～

- ・使用面積に応じたスペースチャージ制度の導入
- ・スペースの不均衡是正や維持管理費用捻出

○ 施設管理部+部局管理者による施設点検チェック 2006～

- ・一次点検:マニュアルに基づき専門知識がなくてもできる内容
- ・二次点検:専門技術者(施設管理部)による施設パトロールの実施
- ・毎年点検を実施、緊急性の高いものから修繕を行いデータベース化

○ 利用者満足度調査の実施 2006～

- ・竣工後2年目の瑕疵担保検査と同時に実施

Chapter

4

低炭素エコキャンパス実現のための エネルギーマネジメント

3 施設点検評価と計画保全

○ 中長期保全計画に基づく基幹設備等改修 2008～

- ・各部局予算の数%と本部経費(合計5.2億円)を財源として、中長期保全計画に基づき、老朽化したGHPや屋上防水、設備配管等の基幹設備の改修整備を実施

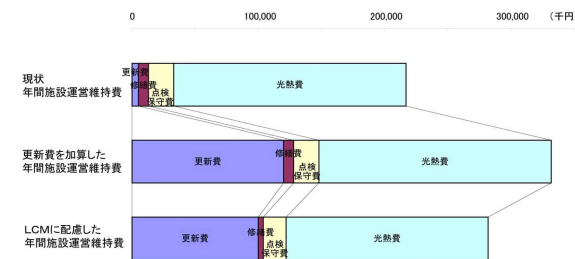


図2-25 GHPに関わる年間施設運営費の方向性(イメージ)

GHP計画保全実施によるLCC低減のシミュレーション

4 省エネ・環境負荷低減アクションプラン



4 新築・大規模改修設備での省エネ

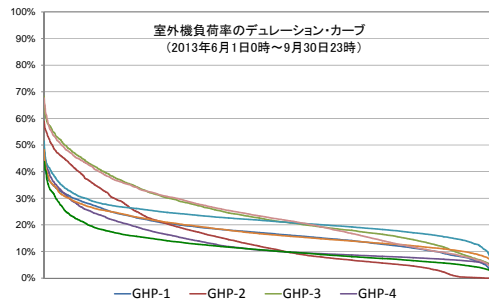
建築計画的な配慮

- ・日射負荷低減を意図した建物配置や庇・ルーバーの設置
- ・アースチューブや自然換気の導入
- ・高断熱設計の標準仕様化 (25→50mmへ)
- ・再生可能エネルギーの導入

設備設計時の配慮

- ・全館LED照明の標準仕様化
- ・高効率機器の導入
- ・空調設計負荷設定の見直し

部分負荷率、室熱負荷、同時使用率等の実態を既存建物で調査し、このデータをもとに、設計時の同時使用率や安全率等を見直し、設備容量が過剰とならない設計基準を模索



空調機の室外機部分負荷率の実態把握の例

運用時の配慮

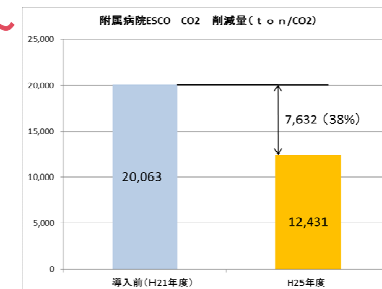
- ・個別空調の一元的な管理制御
- ・ユーザへのエネルギー使用分析データの逐次開示

4 既存建物での省エネ

ESCO事業によるCO₂排出削減 2006~

(国立大系として率先して着手)

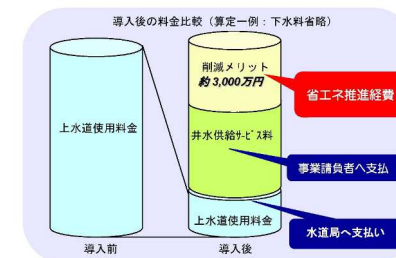
- ・附属図書館 43%減
 - ・動物実験棟 33%減
 - ・附属病院 38%減
- (国内クレジット承認事業トップ10入り)



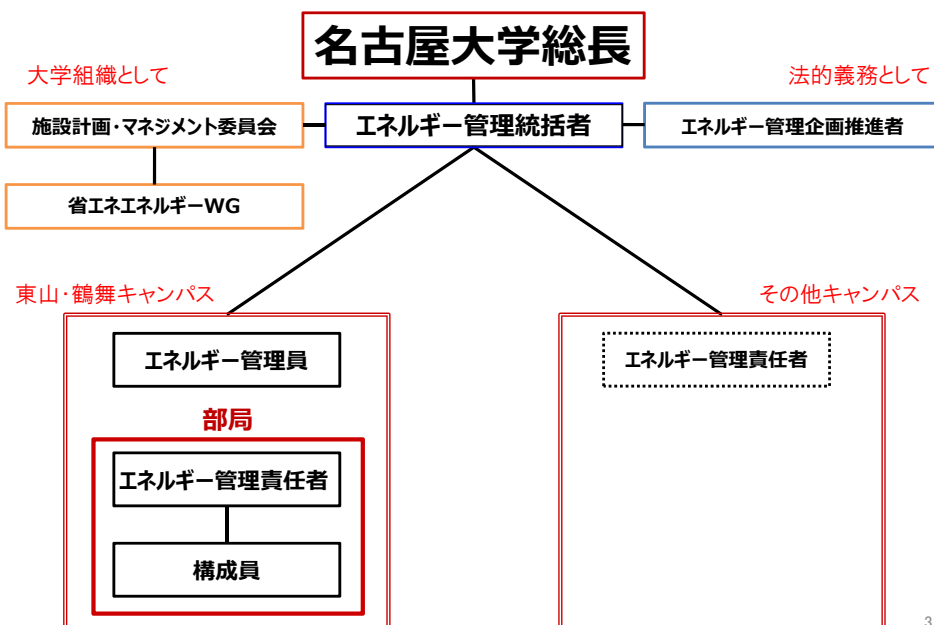
省エネルギー推進経費 2008~

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、省エネ対策のための経費として、部局等の省エネ改修等への貸付制度を実施

使用例) 講義室サキュレター設置、LED照明交換、遮熱フィルム・網戸の設置、省エネルギー診断、実験用フリザー・実験機器等の更新など

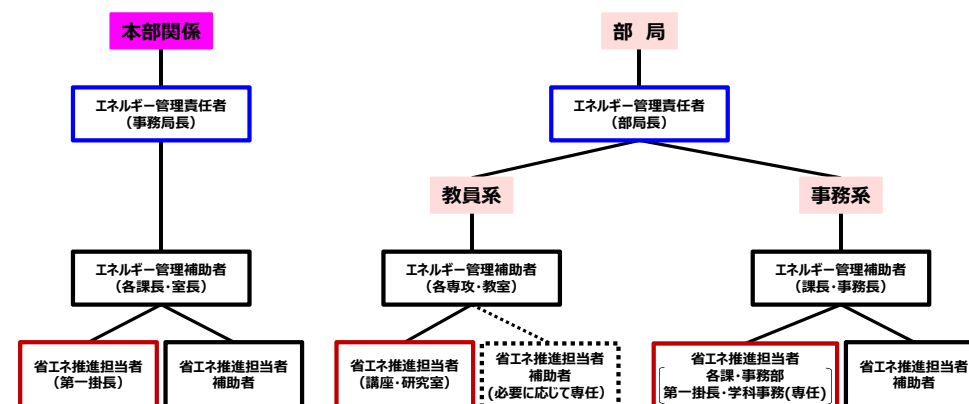


4 エネルギーマネジメントの推進体制



4 エネルギーマネジメントの推進体制

「名古屋大学におけるエネルギーの使用の合理化に関する規程(H17.4.1施行)」に基づき、各部局に「エネルギー管理責任者」を置いて、省エネルギーの推進を図ることとし、「省エネ推進担当者」をエネルギー管理責任者の下に選任している。



4 名大の省エネ・節電実行の数値目標

- ① 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)
- ② 契約電力に対し **4%**以上削減 (夏期)
(政府からの定着節電目安)
- ③ エネルギー消費原単位を毎年**1%**以上の削減義務あり
(省エネ法による取組と報告の義務)
- ④ ベース電力消費量を前年比 **1%**以上削減 (冬期)
(名古屋大の大きな課題)

33

4 名大の省エネ・節電実行計画〔H26:夏季〕

- ① 省エネ推進担当者・構成員への説明会実施
 - ・部局に近い会場で説明会を複数回開催 (文・理・農・工・医)
 - ・主要部局の教授会にて説明会と協力依頼 (理・農・工)
- ②「電力の見える化」webページの公開
- ③ 節電協力依頼・節電協力要請メールの配信(東山)
 - ・節電協力依頼の配信：予想最高気温35℃以上
 - ・節電協力要請の配信：デマンド予測が目標値の98%超
- ④ 空調遠隔制御の実施(東山)
 - ・遠隔制御による設定温度監視と消し忘れ対策
- ⑤ 各部局で省エネ重点項目の設定と自己評価を実施
- ⑥ トイレ暖房便座の電源停止

34

4 名大の省エネ・節電実行計画〔H26:冬季〕

- ① ベース電力消費量の削減対策を重点的に実施する。
 - ・不要な照明および不在時・帰宅時の消灯を徹底する。
 - ・使用していない実験機器・IT 機器・空調等は、主電源をOFF する。
 - ・使用頻度の低い機器は、電源プラグを抜く等して、待機電力を削減する。
 - ・冷蔵庫・フリーザーの中身の整理し、使用台数を抑制する。
 - ・冷蔵庫・フリーザーは適正な温度設定を徹底する

毎月第3水曜日「名古屋大学ベース電力削減day」

- ② 空調遠隔制御の実施(東山)
 - ・遠隔制御による設定温度監視と消し忘れ対策
- ③ 各部局の省エネ推進組織との連携強化。
省エネの実践に関する協働や具体的なアドバイスを行う

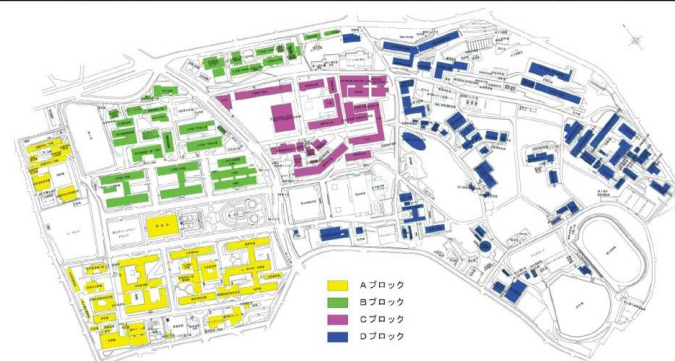
35

4 契約電力超過危険が迫った場合の対処

最大電力の上限値の98%を上回る予測 → 節電協力要請メール

回避できないとき **輪番制の空調停止協力** をお願いする

時間	10:30~	11:00~	11:30~	13:00~	13:30~	14:00~	14:30~	15:00~	15:30~	16:00~	16:30~
区域	11:00	11:30	12:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00
Aブロック	空調停止		空調停止		空調停止		空調停止		空調停止		空調停止
Bブロック		空調停止		空調停止		空調停止		空調停止		空調停止	
Cブロック	空調停止		空調停止		空調停止		空調停止		空調停止		空調停止
Dブロック		空調停止		空調停止		空調停止		空調停止		空調停止	



36

4 一元的な空調温度監視・消し忘れ防止策

- 冷房設定温度の下限26℃
 - 夏季の冷房室温規定は28℃です。
 - 実現室温:28℃が達成できるよう、設定温度:26℃まで許容。

● 冷房消し忘れ防止制御

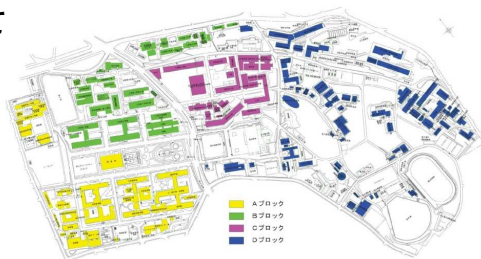
- 消し忘れ防止策として、空調を最大で1日5回一旦停止。

12時、18時、21時、01時 に加えて

Aブロック 14:00 Bブロック 14:30

Cブロック 15:00 Dブロック 13:30

講義室: 14:30 のみ



※一旦停止した空調機は、必要に応じて手元スイッチで復帰可能。

4 “電力見える化” 使用状況表示の更新

名古屋大学

<http://www.co2-reduction.provost.nagoya-u.ac.jp/>

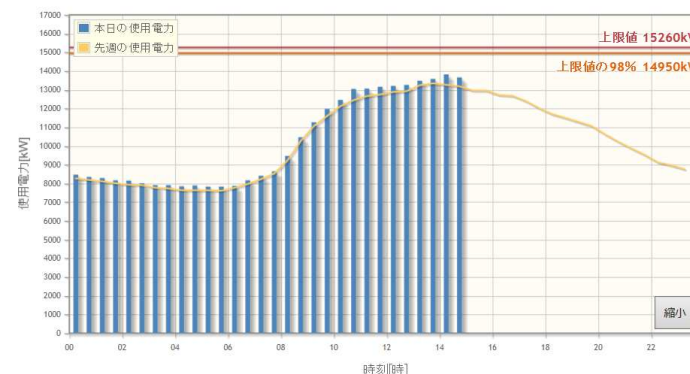
環境と調和する名古屋大学



一低炭素エコキャンパス実現に向けて、みんなで取り組む省エネ・節電

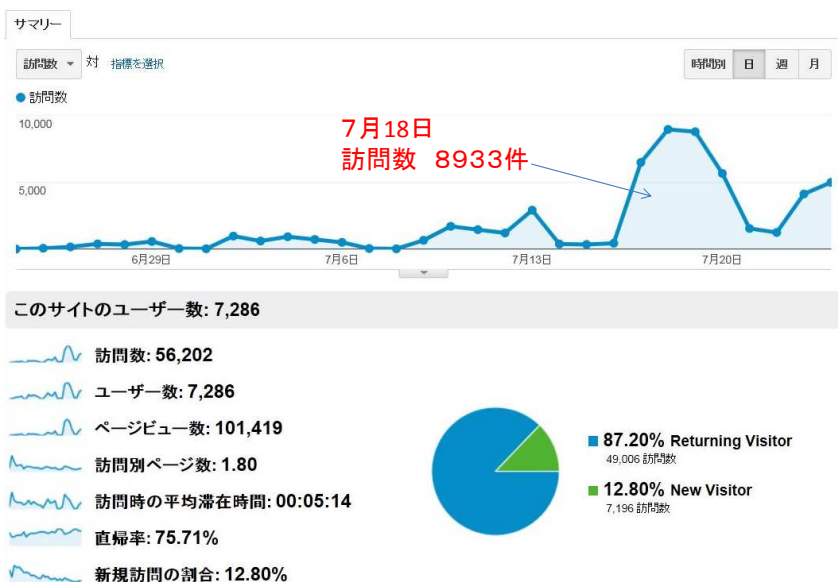
あいさつ | **電力使用量** | 名大の方針 | 名大の取り組み | 名大の成果 | データでみる省エネ | 省エネ成果

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



38

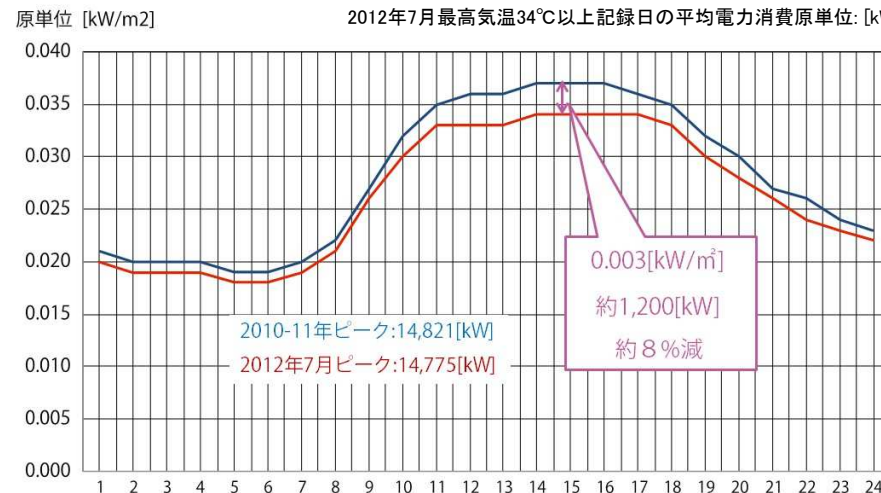
4 “電力見える化” webアクセス状況



4 節電対策の効果

2010-11年最高気温34℃以上記録日の平均電力消費原単位: [kW/m²]

2012年7月最高気温34℃以上記録日の平均電力消費原単位: [kW/m²]



- 外気温が34℃を超えた日数: 2010年は19回、2012年は7月末までで8回
- 東山地区供給延べ面積: 2010年は 405,447m²、2012年は 430,263m²で約6%の増

4 省エネ・節電結果のフィードバック

実施期間： 6/1～9/30

■ エネルギー使用量削減目標

・前年度比 夏季のエネルギー消費原単位 1%削減

学内全体
1.8%削減

東山団地： 消費原単位 18.46 kWh/m² → **18.28 kWh/m²**

2.0% 削減 (目標達成)

鶴舞団地： 消費原単位 27.24 kWh/m² → **27.13 kWh/m²**

1.4% 削減 (目標達成)

大幸団地： 消費原単位 8.31 kWh/m² → **7.91 kWh/m²**

5.8% 削減 (目標達成)

4 省エネ・節電結果のフィードバック

実施期間： 6/1～9/30

■ 最大電力抑制目標

・今年度 契約電力の 4%削減

対象月	東山		鶴舞		大幸	
	前年	'14年	前年	'14年	前年	'14年
6～9月	17回	6回	4回	0回	6回	0回

東山団地： 電力上限値 15,260kW → **16,016 kW**

0.7%増加 (目標未達成)

鶴舞団地： 医学部上限値 2,735kW → **2,657 kW**

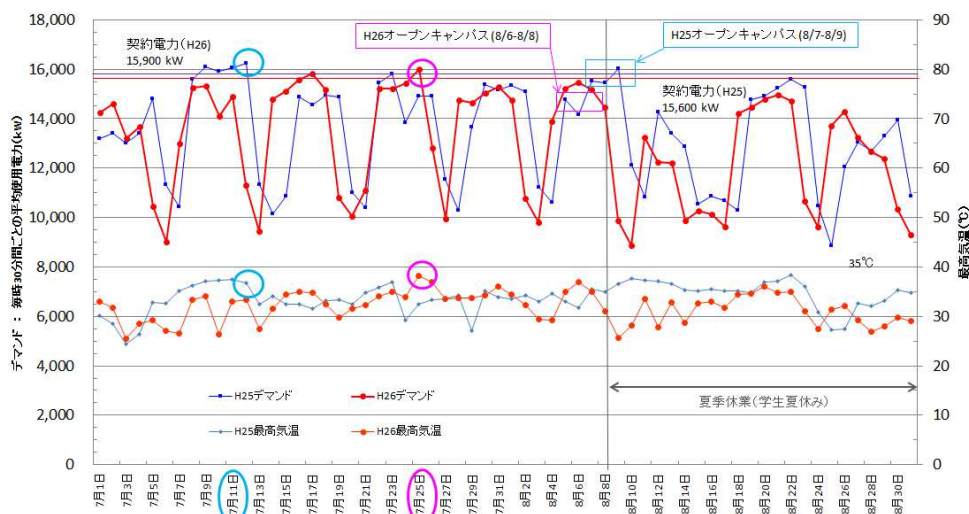
4.1%削減 (目標達成)

大幸団地： 電力上限値 530kW → **498 kW**

9.5%削減 (目標達成)

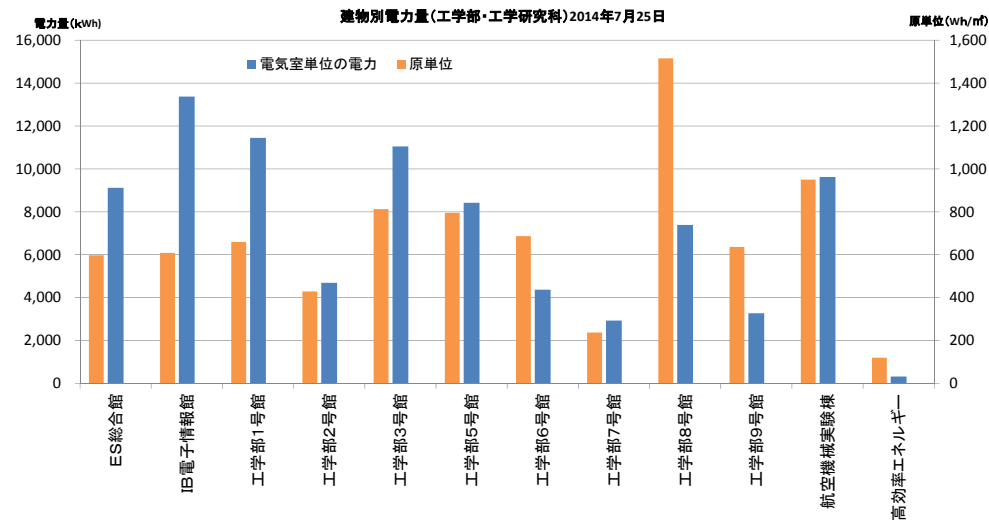
4 省エネ・節電結果のフィードバック

最大デマンド値 H25 7/12 16,200 kW H26 7/25 16,000 kW

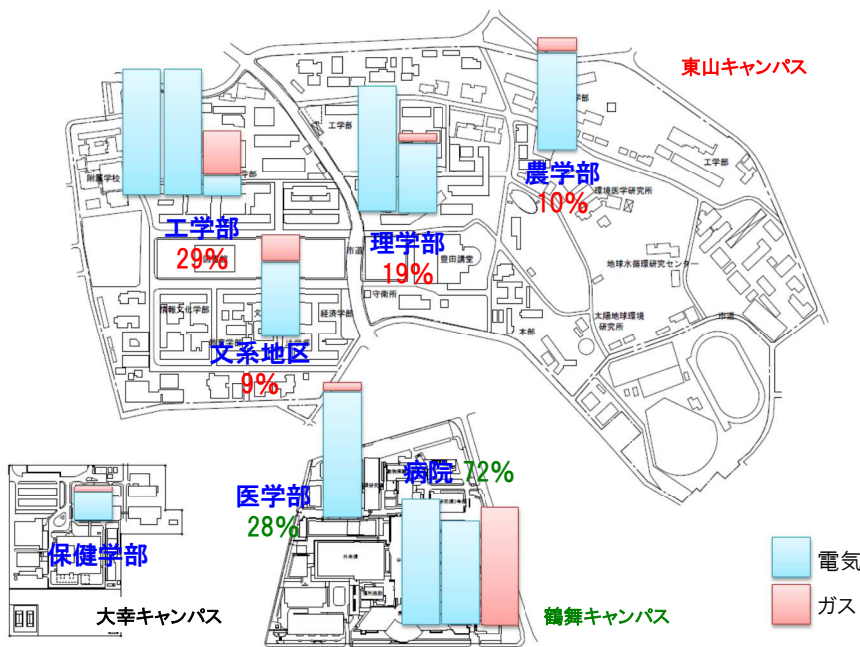


最高気温平均 H25.7 33.0°C H26.7 32.3°C
H25.8 34.5°C H26.8 31.5°C

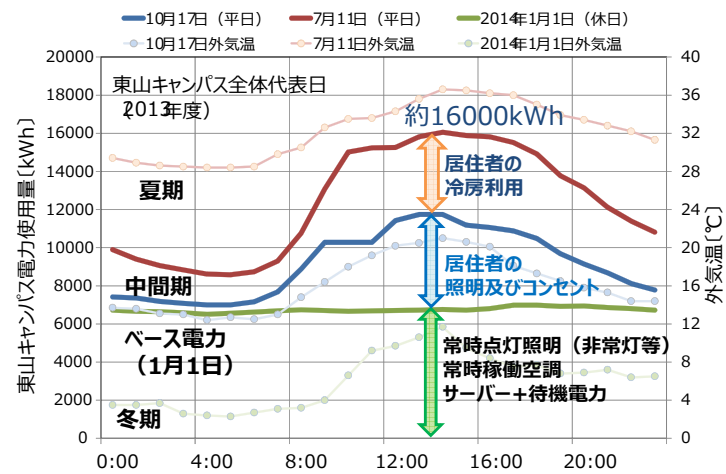
4 最大デマンド時の使用電力(工学系エリア)



一次エネルギー消費の部局比較



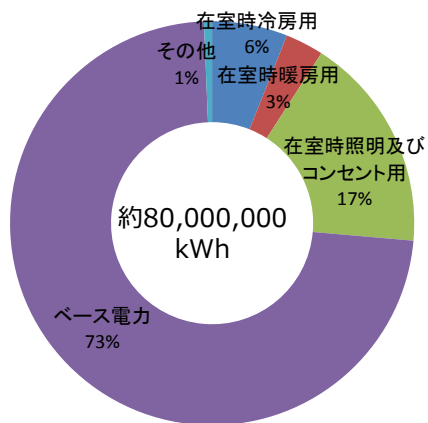
電力使用量の日パターン分析(冷房時)



夏・電力使用ピーク (14時)

冷房用 25%、照明及びコンセント 33%、その他 (常時稼働) 42%

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

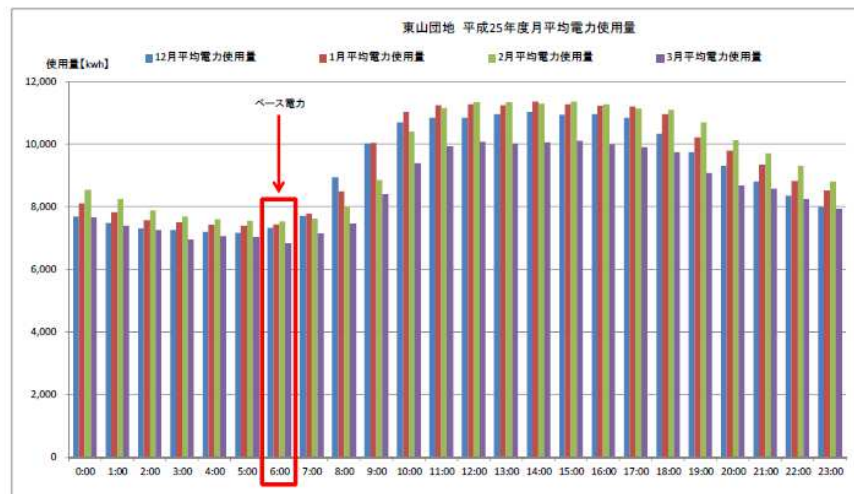
※データ欠損日は、その前後の平日と休日 considerando、データを埋め合わせた。

- ・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)

出所: 環境学研究科・助教 吉田友紀子

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は、ベース電力削減が重要

ベース電力削減に対する取組評価の方法

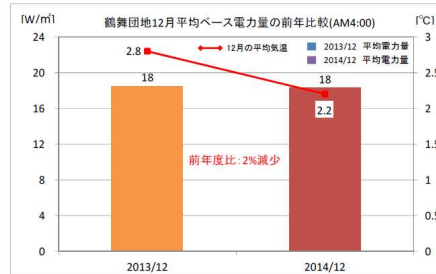
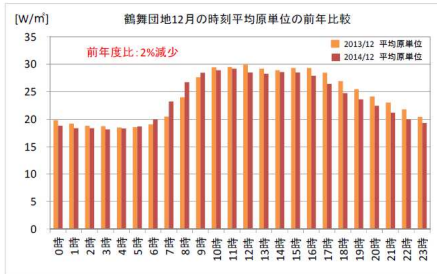
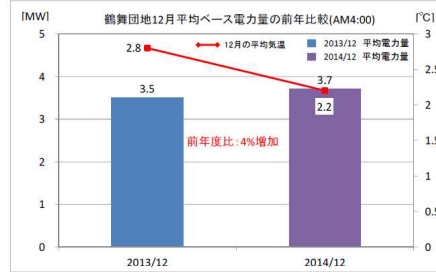
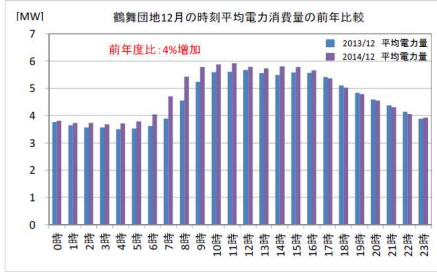


12月-3月別時間平均電力消費量 (東山団地)

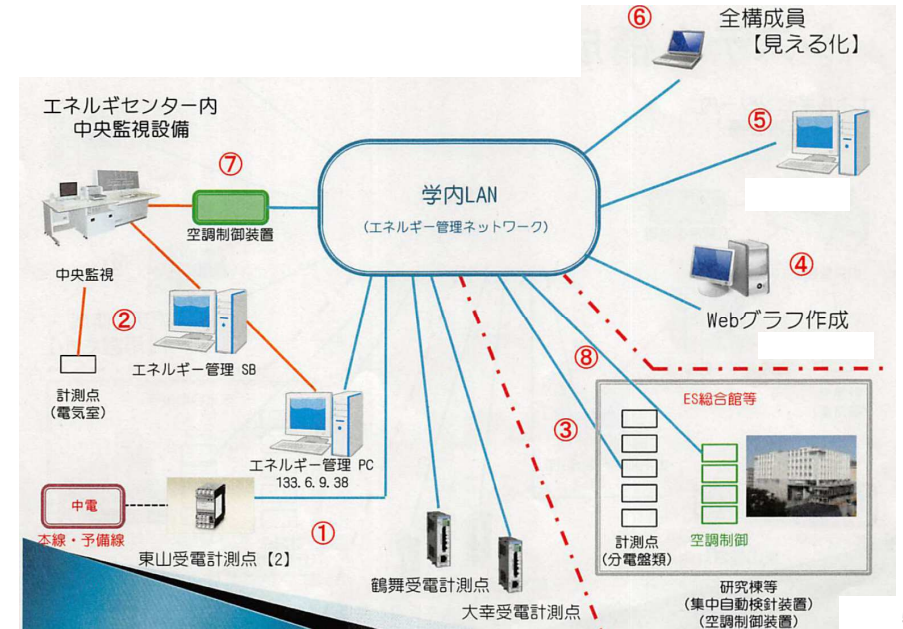
ベース電力対策の取り組み結果(鶴舞)

鶴舞団地12月電力前年比較結果

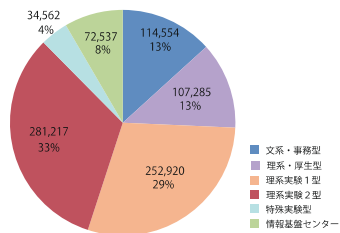
12月平均気温
2013年: 2.8
2014年: 2.2



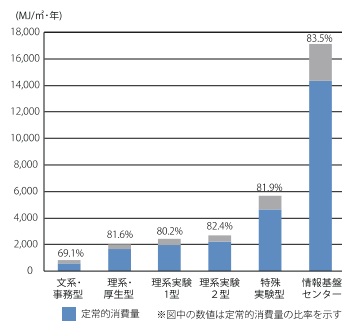
エネルギーデータ・収集システム



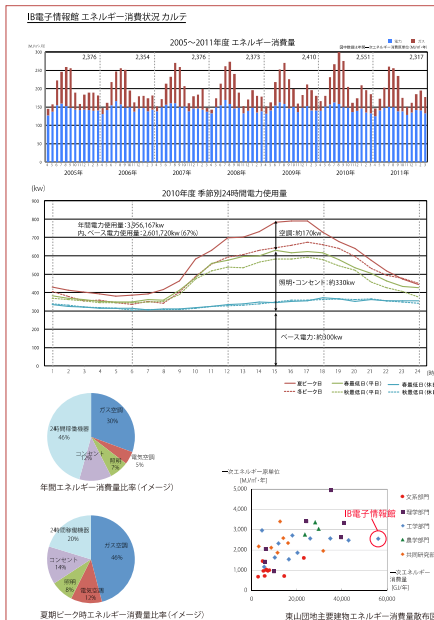
棟別エネルギー消費カルテの作成(工学部)



各タイプのエネルギー消費割合



各タイプの定常的消費量



建物ごとエネルギー消費状況カルテ

HPにおける情報公開

名古屋大学

HPにおける情報公開

2014/11/04更新
平成26年度の献助・表彰受章者が決まる

2014/12/11
2014年ノーベル賞授賞式が開催

2014/02/12更新
平成26年度入学式のご案内

2014/11/04更新
平成26年度の献助・表彰受章者が決まる

2015/01/21
新型蓄電池バスの開発-100℃以上の高温動作化に成功

2015/01/13
プラズマ照射溶液による加齢黄斑変性(眼の病気)の新規治療法を開発

2015/01/07
2020年東京五輪に向けたG空間シェアリングモビリティによる都市活性化プロジェクト「近未来型自転車ナビゲーション」実証実験の実施

2015/01/07
地球温暖化に伴いスーパー台風強度増大

2015/01/06
大きなねじれ角をもつせみ型共役化合物の合成-共役分子のねじれ

名大の省エネ

名大の方針
- 名古屋大学環境方針
- 省エネ・節電の目標
- 省エネ・節電実行計画[H26/冬季]
- CO2排出削減のためのアクションプラン
- その他アカウンタ等

名大の取り組み
- 今、名古屋大学でできること
- 各施設棟の紹介
- エネルギーマネジメント研究・検討会
- 環境報告書
- 教育・研究一貫

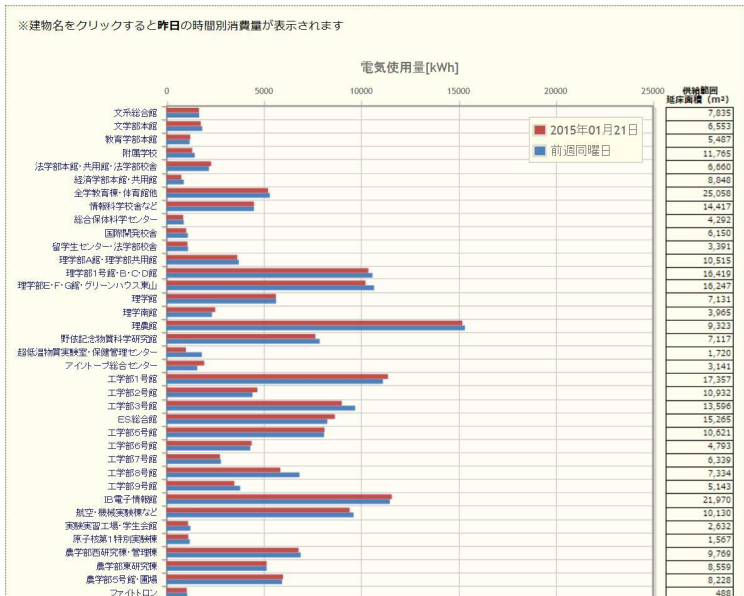
名大の成果
- 各種受賞
- 報道発表
- 報告書

データでみる省エネ
- 統計データ
- 東山キャンパス主要建物別電力消費量
- 空調運転状況
- 省エネ関連資料

名古屋大学 省エネルギー推進ワーキンググループ
御意見等ございましたら sis-yos@post.jimu.nagoya-u.ac.jp までお知らせください

HPにおける情報公開

東山キャンパス主要建物別電力消費量

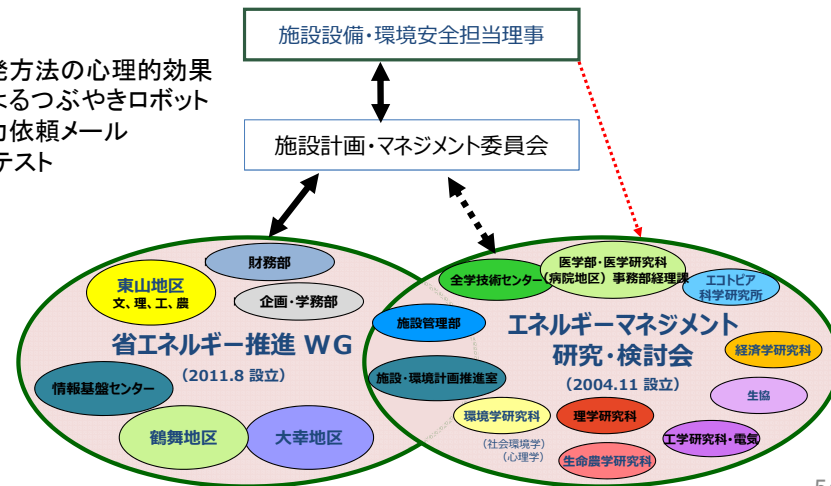


エネルギーマネジメントの推進体制

エネルギーマネジメント研究・検討会

文・理多分野の研究者と事務・技術職員・学生・生協等からなる有志のボランティア組織にて、アイデアを研究・検証・実践

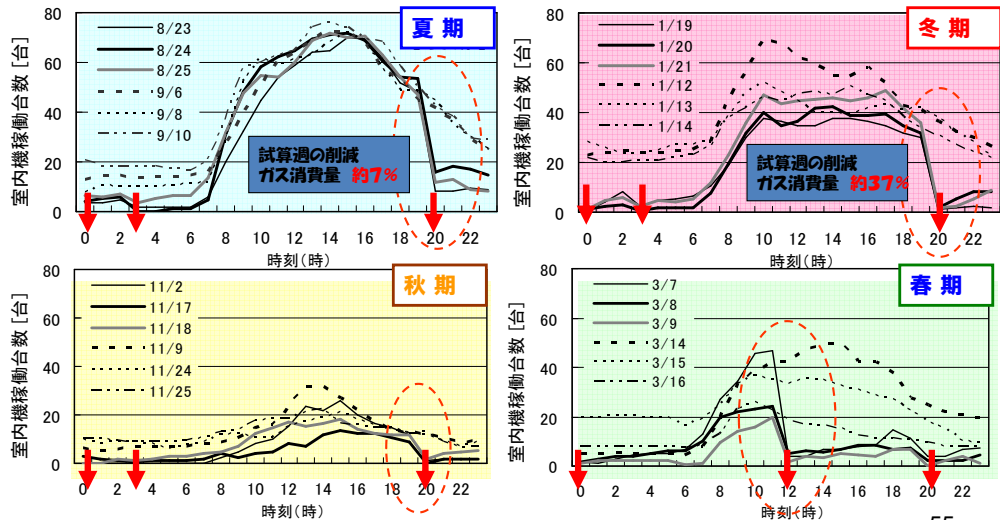
- ・省エネ啓発方法の心理的効果
- ・Twitterによるつぶやきロボット
- ・省エネ協力依頼メール
- ・フィールドテスト



効果検証の全学展開事例(エアコンの中央制御)

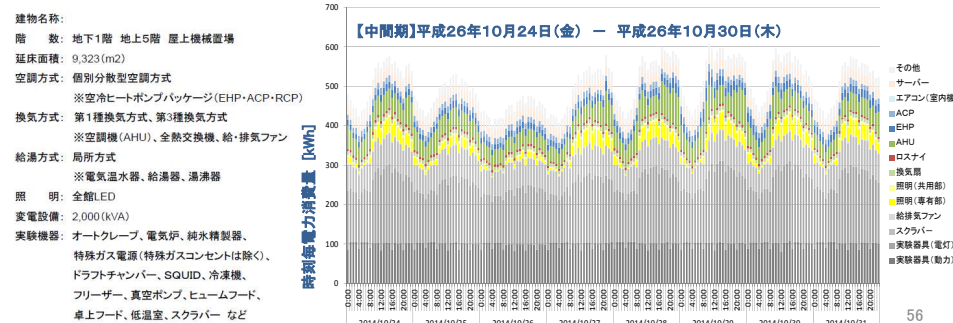
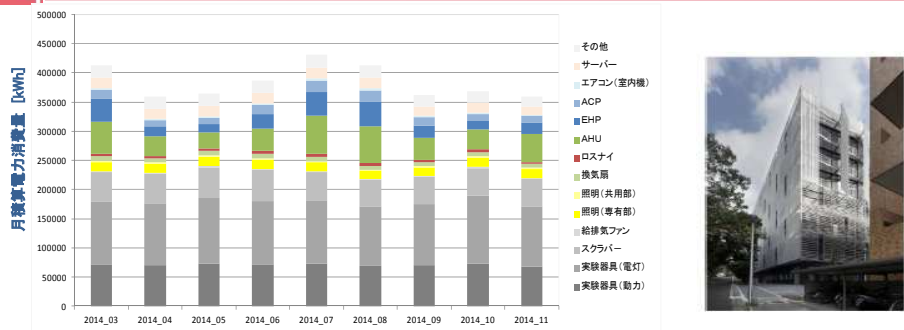
工学系研究棟での実証結果をもとに、2010年より東山キャンパス全体に展開

＜一斉停止制御時間＞
夏・秋・冬期 → 0時, 3時, 20時
春期 → 0時, 12時, 20時



(出典)H17年度エネルギーマネジメント研究・検討会 成果報告会書 より

ベース電力消費の実態分析(理学・農学系)

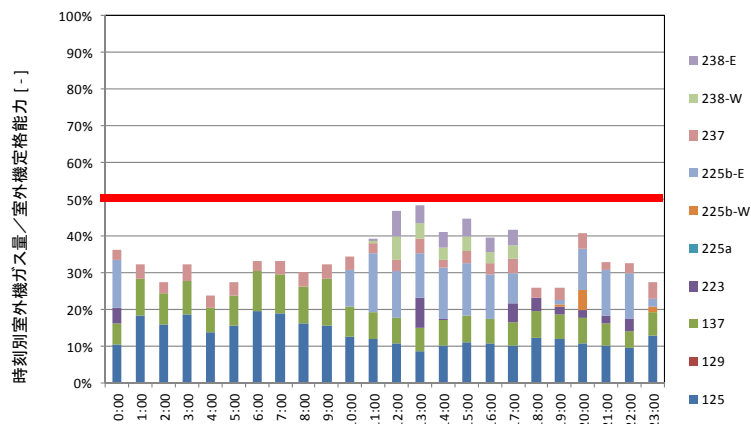


4 個別空調システムへの対策(設計時の検討)

設計容量の検証(農学研究棟の例)

GHPガス消費量の按分システム活用

ピーク日の
室外機定格能力
50%未滿



GHP系統6 2013年7月7日(夏期ガス消費量ピーク日)
時刻別室外機負荷率

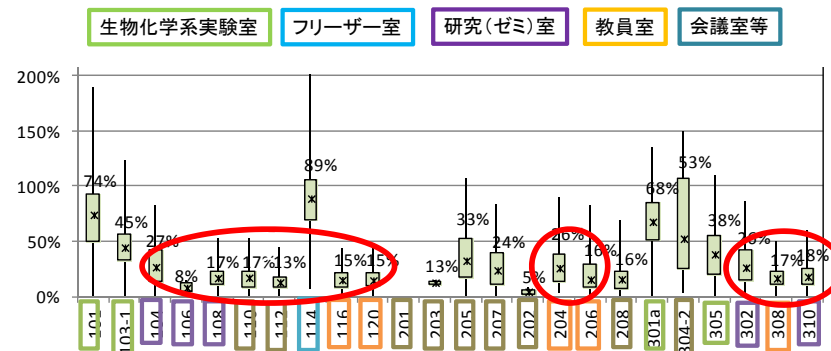
57

4 個別空調システムへの対策(設計時の検討)

設計容量の考え方(農学研究棟の例)

室内機負荷率:
各室内機ガス消費量(消費量の按分システム出力)
に定格COPを乗じ、室内機能力で除した値

教員室・研究(ゼミ)室
室内機の容量化が可能

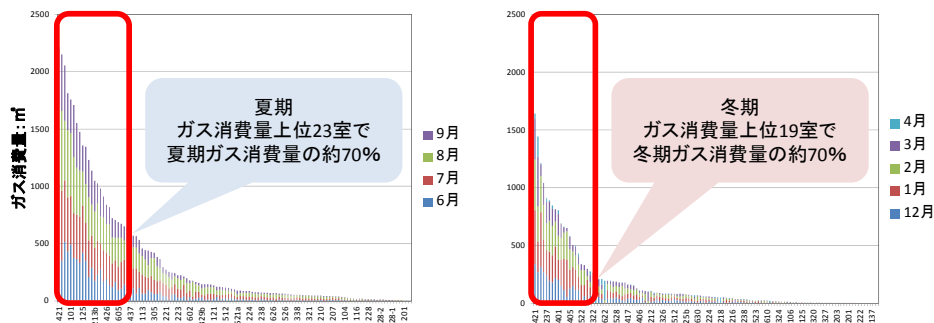


GHP系統
夏期(6~9月)における室内機負荷率

58

4 個別空調システムへの対策(運用時の検討)

省エネ対策のターゲットの絞り込み(農学研究棟の例)



夏期(6~9月)における各室(119室)
GHP期間ガス消費量: 41,330m³

冬期(12~4月)における各室(119室)
GHP期間ガス消費量: 20,839m³

夏期ガス消費量は冬期の約2倍⇒冷房時の負荷が支配的

59

4 ②運用における検討(農学部西棟における実態調査)

夏期ガス消費量上位25室

冬期ガス消費量上位25室

順位	室番号	ガス消費量(m ³)	室用途
1	421	2214	生物化学系実験室
2	501	2150	生物化学系実験室
3	313-1	2053	生物化学系実験室
4	621	1811	生物化学系実験室
5	101	1754	生物化学系実験室
6	622	1709	生物化学系実験室
7	317-1	1552	生物化学系実験室
8	114	1473	フリーザー室
9	125	1355	生物化学系実験室
10	222	1344	フリーザー室
11	538	1229	フリーザー室/研究室
12	615-2	1136	フリーザー室
13	213b	1046	生物化学系実験室
14	103-1	1025	生物化学系実験室
15	137	979	フリーザー室
16	525	908	生物化学系実験室
17	426	837	フリーザー室
18	504	818	生物化学系実験室
19	606	722	研究室
20	434-2	707	フリーザー室
21	605	685	生物化学系実験室
22	401	673	生物化学系実験室
23	405	649	生物化学系実験室
24	301a	645	生物化学系実験室
25	437	583	フリーザー室

ガス消費量上位室の大半は
「生物化学系実験室」

- ・実験系設備の設置
- ・24時間利用室
- ・換気量の多い室

適切な室温設定、換気量の制御
が運用における課題

⇒今後、現地調査を行い
運用実態の確認

60

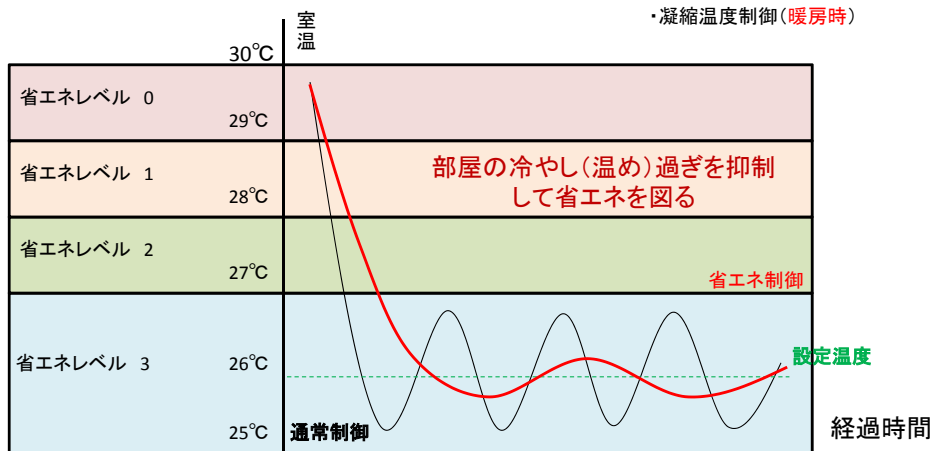
4 個別空調システムへの対策(運用時の検討)

省エネ制御機能の効果実証

→快適性を損わず省エネを行う制御

省エネ制御内容

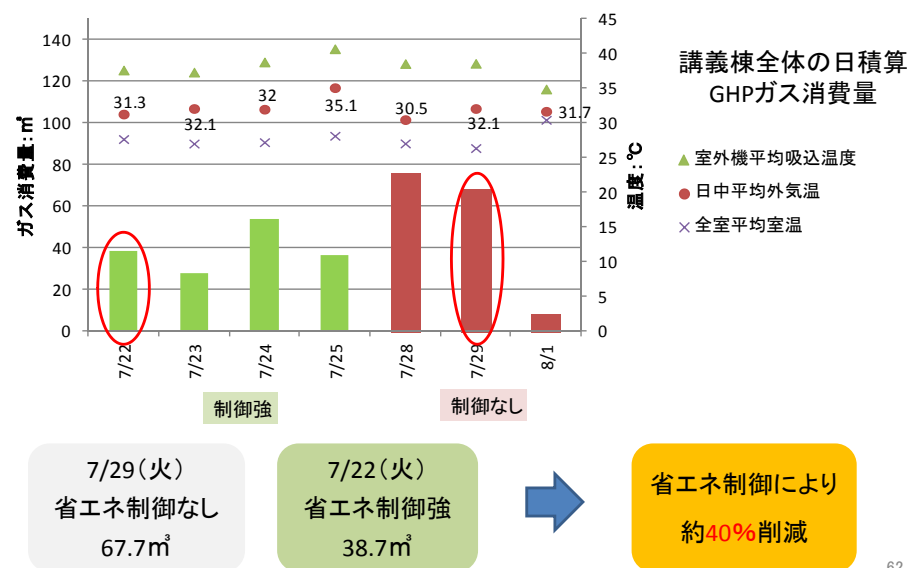
- ・最大能力抑制制御
- ・蒸発温度制御(冷房時)
- ・凝縮温度制御(暖房時)



61

4 個別空調システムへの対策(運用時の検討)

省エネ制御機能の効果検証(講義棟の例)



62

5 まとめ

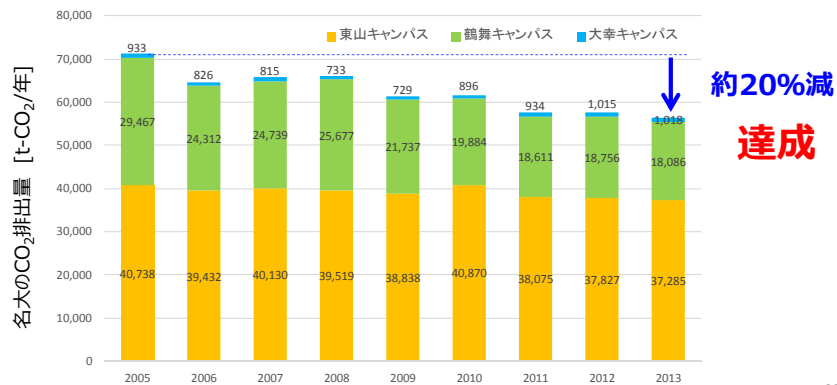
■名古屋大学は年間約7万5千トンのCO₂排出

電力消費量: 約 127,000,000 kWh/年 ガス消費量: 約 4,200,000 m³/年

→ 核家族世帯: 電気: 約 27,000 世帯分 ガス: 約 153,000 世帯分

■2014年時点で、2005年比 マイナス20%※ 達成を宣言

※ 2006年以降の施設面積増加、及び、大型実験装置等の導入によるCO₂排出量の増加分は加算しない



63

5 まとめ

■次期CMPのアクションプラン (大型ESCO事業による対策は実施済)

■エビデンスに基づく地道な取り組み (設計・運用時の具体策、省エネターゲット絞り込み)

■EDMS整備と活用体制・方法 (データによる根拠提示、合意形成と行動へのインセンティブ)

■持続可能な資金調達・省エネ整備 (ベース電力課金など)

■建て替え・再開発を契機に次世代プロジェクト (抜本的省エネシステム、BCP強化、地域連携 etc.)

64