包括的・継続的エネルギーマネジメントによる低炭素エコキャンパスの推進

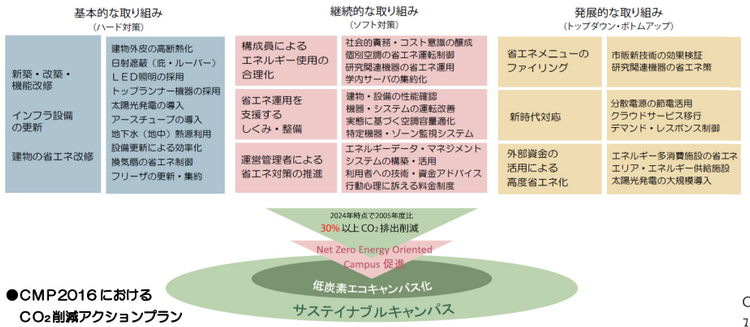
取り組み内容と成果の全体像

1）リアリティのあるアクションプラン設定とチャレンジ

名古屋大学では、キャンパスマスタープラン(CMP)にもとづき、**包括的・継続的エネルギーマネジメント**により、長年に亘って多様な省エネ対策を実施してきた。この活動の基となるCMPでは、30年後を見据えた長期ビジョンと、短期ビジョンとして6年間のアクションプランを定めており、後者は財源を含めて具体に設定しているのが特徴である。**低炭素エコキャンパス化**とそれを支える**エネルギーマネジメントは、CMPで掲げる大きな目標の柱**として明確に位置づけられている。現行のCMP2016で定めた**省エネ・省CO_2アクションプラン**では、改訂前のCMP2010を継承しながら、ハード面の施設整備や設備更新時の取り組みと、ソフト面では構成員に対する省エネ対策促進に関する事項を中心に**先駆的な内容を掲げて発展**させ、積極的に着手している。この中には、将来対応を見据えた**発展的取り組みの試行**も含まれている。

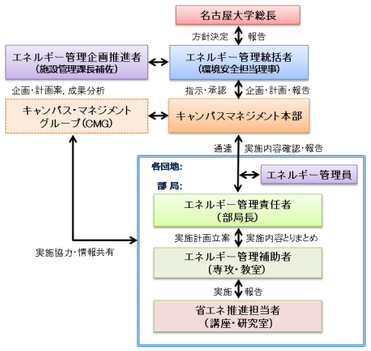
2）数値目標の設定と達成状況

本学の省エネルギー活動は、国立大学法人化を機に積極的に取り組まれている。CMP2010では2014年度に2005年度比で**CO_2排出量20%削減を宣言**してこれを達成し、2015年度までに**24.7%を削減**した。この排出量削減に対応する2006年度からの累計エネルギー削減量は57,194 kLとなる。**省エネルギー法**にもとづく報告実績では、**大学全体のエネルギー消費原単位を2009～2015年に年1%削減を達成**し、主要3団地とも名古屋市「優良エコ事業所」認定を受けている。これらの成果は、「環境報告書」にて公開している。

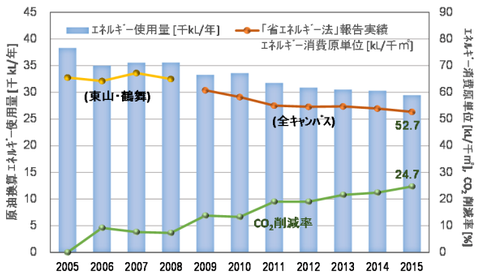


●CMP2016におけるCO_2削減アクションプラン

●名古屋大学の省エネルギー推進体制



●CMP評価基準にもとづくエネルギー削減実績



CMP評価基準：2006年以降のエネルギー消費量は、2006年以降の新築建物・スーパーコンピュータ更新などの大型機器導入分を当該年度の実績から差し引いて評価する。

2 建物の建設・大規模改修時の取り組み

1）施設整備に関する「標準仕様」の策定

本学では、**施設整備の標準仕様書**を2009年(初版)に定めて運用しており、この中で定める省エネルギーと室内の温熱快適性に関連する項目は、以下などがある。

- **高断熱仕様**（50mm断熱・ペアガラス採用）
- **空調負荷低減**（方位・日射遮蔽）へのデザイン的配慮
- エネルギー使用に係る詳細**計測システムの導入**
- **全館ＬＥＤ照明**・人感・明るさ制御
- 電気・機械設備の**高効率機器採用**

竣工後約30年を経た建物の大規模改修では、外郭フレーム構造によって日射遮蔽性能を付加しながら、室外機置き場、実験用ダクトの隠蔽スペースを確保する耐震改修を提案した。

また、地中熱や井水熱、自然通風など**自然エネルギーを積極的に活用**しており、CMP具現化パイロット建物として2011年に竣工したES総合館以降、**5建物で地中熱を利用した換気システム**(アースチューブ)と自然換気が、2建物で井水熱源空調が導入された。また、**太陽光発電設備**は、2016年度までに**容量168kWが設置**されており、この創エネ発電量は 累計235ｋL である。これら施設整備の取り組み成果は、2007年より**「施設報告書」を発行**して進捗を評価している。

2）ＯＰＲ策定とトータル・ビルコミッショニング

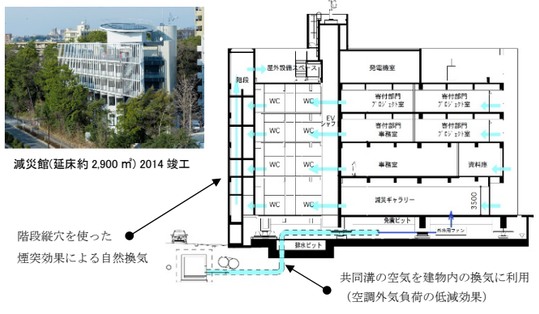
2010年以降設計の主要な新築・改築建物は、設計時に**設計要件書**（OPR：Owner’s Project Requirements）**を発行**し、建物の建設意義や目標性能を明確化している。近年の**新営建物では、エネルギー消費原単位を従前から20%削減**の数値目標を与え、**ZEB指向建物では40%削減**を目標とした。この目標性能達成のため、名大版コミッショニング・プロセスを適用し、設計・施工時にはインハウス型の性能検証会議を開催して、性能達成のための施設仕様を第三者的視点（必要に応じて第三者機関からアドバイザーを派遣依頼）から精査している。

設計時にOPRを設定した建物はこれまで10棟あり、総延べ床面積が約6万4千㎡となる。このうちOPRにてエネルギー削減率を具体に定めた7棟の削減効果は、**実績検証済みの4つの建物で830kL/年、現在建設中の3つの建物で297kL/年(見込)となる。**

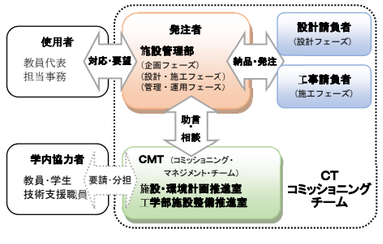
●外郭フレーム耐震改修

●建築的工夫による省エネ対策：日射遮蔽材の設置例

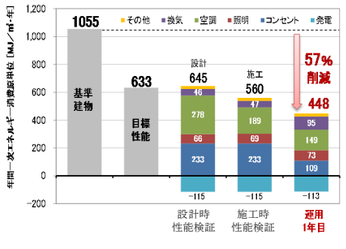
●建築的工夫による省エネ対策：自然エネルギー利用



●インハウスによるトータル・ビルコミッショニング実施体制



●コミッショニング(Ｃｘ)の成果事例（アジア法交流館）



●ＯＰＲにおけるエネルギー性能の目標設定によるエネルギー削減効果

建物名	竣工年	延床面積 ㎡	OPR目標 削減率 %	基準原単位 MJ/(㎡・年)	実績原単位 MJ/(㎡・年)	評価年	実績 削減率 %	削減量 GJ/年	削減量 kL/年
CKK_Ⅰ	2013	7,047	20	2,320	1,903	2015	18	2,939	76
CKK_Ⅱ	2016	6,240	20	2,320	1,495	2016	36	5,148	133
NIC	2014	15,624	20	2,344	1,016	2016	57	20,749	535
CALE	2015	5,488	40	1,055	448	2016	58	3,331	86
RI	2018	3,130	20	2,080	1,664	建設中	20	1,302	34
CR	2018	2,970	20	12,199	9,759	建設中	20	7,246	187
CR研究棟	2019	6370	20	2,320	1,856	建設中	20	2,956	76

3 計画的かつ多様な財源による既存設備の更新

1）総合的な中長期施設マネジメント計画の策定

基幹設備のトラブルや乱発する施設修繕・機器更新の要求に対応すべく、2007年度に基幹設備等の**中長期保全計画を作成**し、2009年度から施設修繕・更新に対して**年間5.2億円を確保**して**空調・照明機器更新**を含めた機能改善を実施し、既存設備の省エネ対策を進めている。この計画的な機器更新により、**2010～2015年に1,624 kL/年のエネルギー削減**を得ている。

2）国公立大学として先駆的にESCO事業を採用

２００９年より中央図書館，動物実験施設，２０１０年より附属病院等に**「管理一体型」のESCO事業**を適用し、運用時における省エネチューニングにも対応できる契約とした。

- 中央図書館(東山)：省エネ率10.3%，8年間累計366 kL削減
- 動物実験施設(鶴舞)：省エネ率27.8%，8年間累計1,460 kL削減
- 附属病院等(鶴舞)：省エネ率20.5%，7年間累計26,033 kL削減　　**累計▲27,859 kL**

3）省エネ推進財源の確保と活用（学内版ESCO）

井戸水浄化事業により得られた**上水削減益を部局の省エネ推進経費**に充て、学内省エネ改修補助金に活用している（初期投資額の7割補助，3割返済，返済期間3年以内）。これを小規模な空調設備更新やLED照明への改修、サーバーやフリーザーをはじめ実験用機器類の更新や既存建物への網戸設置、省エネ診断委託、計測機器の追加・更新等を推進している。

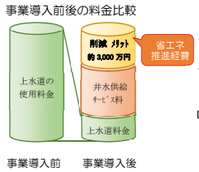
2008年から9年間で**約3億円の投資、一次エネルギー消費削減効果は累計1,927 kL**を有しており(効果推定可能なもののみ計上)、**経済的に好循環型の仕組み**を構築・運用している。

●自己資金（補助金含む）による機器更新実績と省エネルギー効果

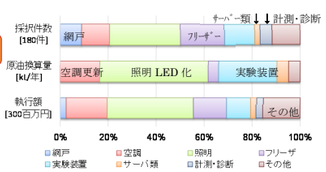
年 度	空調設備更新 (室外機合計能力)		建物数	LED照明更新 (灯具数)	建物数	実施金額 (百万円)	エネルギー削減量(kL/年)
2010	GHP 15系統 EHP 65系統	1,226 kW 1,048 kW	7棟	1,237 台 150 台	1棟 外灯	508	227
2011	GHP 16系統 EHP 205系統	1,832 kW 1,937 kW	9棟	2,349 台	4棟	314	474
2012	GHP 22系統 EHP 129系統	2,055 kW 1,402 kW	7棟	2,211 台 8 台	7棟 外灯	393	353
2013	GHP 9系統 EHP 145系統	923 kW 2,003 kW	13棟	646 台	2棟	139	320
2014	GHP 12系統 EHP 10系統	1,569 kW 148 kW	1棟	1,974 台	1棟	212	177
2015	GHP 19系統 EHP 5系統	805 kW 118 kW	1棟	1,431 台 21 台	1棟 外灯	146	73
2016	GHP 26系統 EHP 9系統	1,158 kW 63 kW	4棟	－	－	110	検証中
合計	687系統	16,288 kW	42棟	9,848台 179台	16棟 外灯	1,824	1,624※

※計量不可能なGHPを除いた集計値

●省エネ推進経費の財源



●省エネ推進経費９年間の申請実績



4 構成員による運用の省エネルギー活動

1）省エネ・節電実行計画

2004年の省エネキャンペーンに端を発した**構成員による省エネ活動**は、2012年から**「省エネ・節電実行計画」**として、**夏季・冬季に重点取り組み事項**を更新して継続推進している。

実行計画では、**全学的なエネルギー管理体制**の下で、期間中の数値目標（前年比でエネルギー消費原単位1%減、夏季：最大電力を契約電力-4%、冬季：ベース電力-1%）を定めて実施している。また取り組み結果を、構成員に公表している。以下に重点取組み事例を示す。

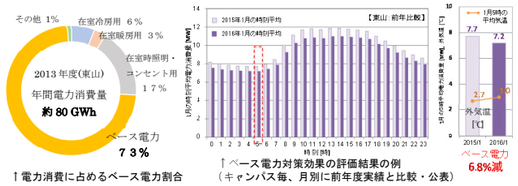
①部局毎に”省エネ重点項目”を設定、”自己評価”
②ベース電力削減対策week(行動強化週間)と実施内容報告
③節電協力要請メールの配信・輪番制空調停止
④**個別空調一元管理制御**（温度制限・消し忘れ対策）
⑤フリーザー/サーバー実態調査（仕様・メンテナンス状況）
⑥**省エネ成果に応じたインセンティブ(報酬)システム（行動心理に訴える経済的介入制度）**
⑦ユーザによる実験装置の省エネ運用提案とその実証支援

省エネ推進担当者への説明会や**教授会での行動啓発講演**の実施、省エネパトロールや本部・部局幹部の情報交換会等の全学的活動のほか、**主要部局では省エネ活動を自律的にも展開**している。

2）エネルギー使用量の見える化

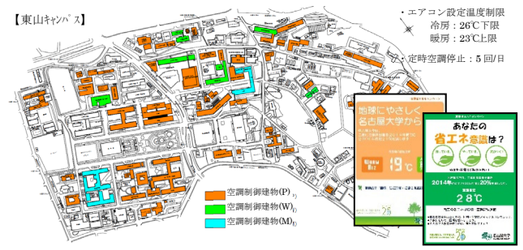
構成員による省エネ活動にあわせ、2010年に**エネルギー使用の”Web見える化”**を学内構成員が開発・導入した。この機能は**毎年拡張を図っており**、2016年には**最大電力発生時刻の部局別使用割合**を公表して最大電力に対する部局責任の認識を促した**(契約電力超過ペナルティ制度)**。

●構成員向けの運用上のベース電力対策活動と成果の評価



↑電力消費に占めるベース電力割合　　↑ベース電力対策効果の評価結果の例（キャンパス毎、月別に前年度実績と比較・公表）

●個別空調一元管理制御（温度制限・消し忘れ対策）の制御建物



5 エビデンスに基づく省エネ対策と学内展開

1）フィールドテスト

フィールドテスト制度を2009年から導入し、**キャンパス内を実証フィールド**に企業主導で省エネ機器等の実証評価を行って、省エネ対策メニューの参考にしている。これまで**12件実施**。

2）産学連携による実践的研究と成果フィードバック

個別空調の遠隔監視一元制御： 2004年から数年間の効果実証を行い、2010年から東山キャンパスに、この機能付の汎用制御装置を全面的に導入した。

個別空調の新省エネ制御：2014年より、快適性を損なわず省エネ可能な空調制御サービスの効果検証を実施して費用対効果を確認し、2016年から可能な機器すべてに採用している。

空調料金按分機能による空調利用の実態把握： 集中制御装置に付随する料金按分機能を活用して室内機毎の時刻処理熱量を推定し、個別空調の適正な設備容量選定等の根拠に活用している。

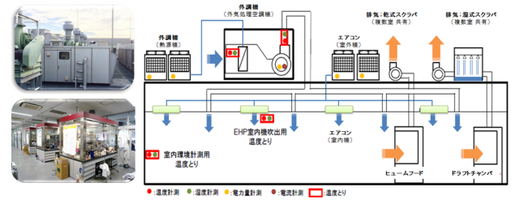
3）省エネットワーク

ステークホルダーを巻き込み、**学内構成員により実効的な省エネ・ソリューションを実践**する**「省エネットワーク」**を運用している。施設管理グループがプロジェクトを統括し、施設ユーザと施設管理者との密な情報交換の機会の設定、**課題解決方策の検討**、設備施工業者や機器メーカと連携して、具体的な技術提案ならびに**必要な資金源のアドバイス**を行っている。この活動は、個別の問題解決ではなく、全学展開モデルの探索と技術ファイリングを目的に行っている。

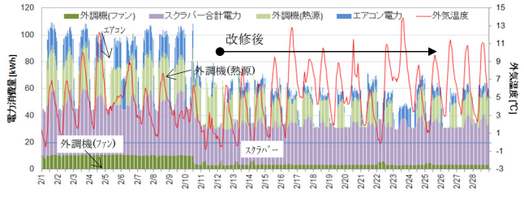
4）成果の社会還元

本会で実施した実態分析や検証さらには先駆的な試行は、**全学の省エネ・節電実行計画や施設整備に反映**するとともに、**年次報告会を継続的に開催**して**対外的にも情報発信**している。（12年間で延べ約1,900名が参加）。さらに、学内のエネルギーマネジメントに関する諸活動が、グッドプラクティスとして**広く社会に役立つことを期待**し、その成果をWebで広く公開している

●省エネットワーク（大規模な有機化学系実験室における最小給排気量の調整改修の例）



診断結果：給排気システムは適正に準動しているが、実運用では最小外気量が過大と判断
ソリューション：外調機コイル50%閉止により最小吹出風量を半減し、スクラバー排気風量も調整



改修結果：・改修前（2/1・2/9：9日間）　合計電力量　18 MWh
・改修後（2・11・2/19：9日間）　合計電力量　11 MWh　　**▲38% 電力量削減**

費用対効果：・主要な冬期間の電力削減費：　**約100万 円**/3か月
・改修工事額：**約80万円　→ 冬期1シーズンのみで改修費用は回収可能**
・ファン電力消費：年間に亘って同削減効果が見込める　**約230万円/年**
※空調機熱源および室内空調機の省エネ削分を加味すると**さらに便益大**