

省エネの手引き

カテゴリーⅡ（理科系施設向け）
～実験機器等の管理編～

大阪大学 環境・エネルギー管理部

2016 年 3 月

目次

はじめに	・・・1
1. 日々の省エネ行動による即時的な省エネルギー対策	
1.1 電力可視化システムの活用によるエネルギー消費状況の把握	・・・2
1.2 コンセント電力の削減	・・・6
1.3 照明：室用途毎の適切な照度設定 ～東日本大震災以後、照明電力半減へ～	・・・7
1.4 冷暖房の省エネルギー対策	・・・8
1.5 他大学における取り組み	・・・9
2. カテゴリーⅡ（理科系施設）における省エネルギー対策	
2.1 カテゴリーⅡ（理科系施設）建物のエネルギー消費実態	・・・10
2.2 実験装置等の省エネルギー実施手順	・・・11
2.3 実験機器等の運用実態（2012 年機器調査の報告）	・・・16
2.4 理学部・理学研究科における取り組み	・・・19
2.5 海外における取り組み	・・・20
3. 実験機器等の省エネルギー対策	
3.1 サーバー（計算機）理学部・理学研究科の事例	・・・21
3.2 フリーザー、冷蔵庫	・・・27
3.3 ドラフトチャンバー（局所排気装置）	・・・29
3.4 恒温恒湿室	・・・31
3.5 実験室における省エネ効果の試算（生物科学系研究室）	・・・32
4. 大阪大学における省エネルギー対策の取り組み	
4.1 大学のエネルギー消費実態と建物の分類	・・・34
4.2 カテゴリーⅠ（文科系施設）における取り組み	・・・35
4.3 カテゴリーⅡ（理科系施設）における取り組み	・・・35
4.4 カテゴリーⅢ（大規模施設）における取り組み	・・・35
4.5 これまでにおける省エネルギー対策と効果	・・・36

はじめに

大阪大学は主要3キャンパスだけで建物約100万平米を有し、約3万5千人の学生・教職員が学び・働く研究型総合大学です。更に、多数の先進的な研究設備・医療設備や大規模設備を有するため、事業所としての大阪大学は大阪府下でも有数のエネルギー消費・温室効果ガス排出事業者であり、吹田・豊中キャンパスは吹田・豊中両市における最大の温室効果ガス排出事業所となっています。

一方、近年の電力・都市ガス単価の上昇により、大学全体ではこの数年で十数億円のエネルギーコスト増大となっており、これは各部署の予算を圧迫し、教育・研究に大きな影響を与える事態になっています。

更に、日本政府は2030年までに大学を含む民生業務部門におけるCO₂排出量を2013年比40%削減させるという目標を掲げており、大阪大学として、財政的・社会的両面から、継続的に省エネルギーに取り組んでいくことが求められています。

大阪大学のエネルギー消費量の中で、実験装置・設備、計算機類の占める割合は大きく、平成22年度のデータ分析結果によれば、およそ5～6割がこれらによって占められていると考えられています。また、大阪大学の電力消費の約7割が、年間にわたって常に稼働している機器で消費されており、これらのほとんどが実験装置・設備、計算機とそれを冷却するための空調設備によって占められていると推計されます。

言うまでもなく、大学にとって実験研究はその重要な本務であり、研究のアクティビティを低下させてまで省エネルギーを図ることはできません。同様に、知的生産の場である大学で、快適性を著しく落とすレベルまで環境を低下させることも推奨できません。しかし、装置・設備の調達時の配慮や、その使い方の工夫、わずかの手間をかけることなどで、同等のアクティビティのもとで、相当程度のエネルギー消費量を削減できる可能性のあることも確かです。

本書は、そのような実験研究上の省エネルギーに資するアイデアを、本学におけるこれまでの活動成果や他大学の事例を引用してまとめたものです。内容的にはまだまだ不十分なところがありますが、これを読んでいただいた構成員の皆様から、新たな省エネルギーのアイデアをご提案いただくことも期待し、第1版を刊行させていただく事に致しました。どうか、忌憚のないご意見、アイデアを環境・エネルギー管理課(内線4883、メールアドレス:kankyuu-kikaku@office.osaka-u.ac.jp)までお寄せいただきますよう、お願いします。

2016.3.22

1. 日々の省エネ行動による即効的な省エネルギー対策

1.1 電力可視化システムの活用によるエネルギー消費状況の把握

・主要 3 キャンパス（吹田・豊中・箕面）の主要建物ごと（計 246 箇所）に 30 分単位で電力消費量を計測・集約し、リアルタイムに情報を閲覧できるシステムが、2011 年 6 月より稼働しています。

・建物ごと、部局ごとの電力使用量を、リアルタイムに閲覧可能です。

<http://133.1.163.237/smarteco/login.php> ←クリック！



図 1.1 イン트라ネット上の電力可視化システム画面①（キャンパス選択）

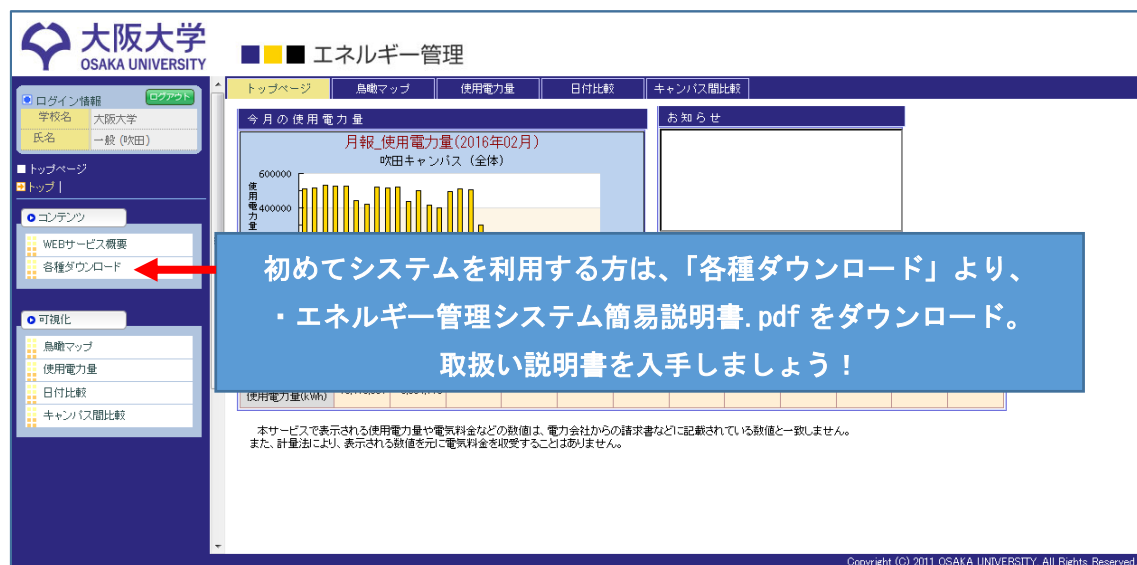


図 1.2 イン트라ネット上の電力可視化システム画面②（グラフ表示選択）



図 1.3 イン트라ネット上の電力可視化システム画面②
(グラフ表示例：計測間隔 30 分) ⇒建物ごとの電力使用量をリアルタイム表示

◆計測ポイント（246箇所）の時刻別データを取得したい場合の問い合わせ先◆

大阪大学 環境・エネルギー管理課
TEL 06-6879-4883(ダイヤルイン) 内線 4883
メールアドレス：kankyou-kikaku@office.osaka-u.ac.jp

<代表日データを用いて、簡易に電力需要の内訳を把握しましょう！>

・ベース電力（24 時間稼働機器の使用電力）の推計には、1 月 1 日のデータを用います。

1 月 1 日は、最も滞在人員が少なく、人の行動による電力使用量が少ないためです。また、ベース電力（1 月 1 日）のデータを 365 日分積算すると、年間電力使用量に対するベース電力の割合を試算できます。

・ベース気温（外気温 18℃付近、図 1.4①）では、冷房・暖房も使用しない時間帯であるため電力使用量が少なくなります。よって、ベース気温の電力使用量は、空調以外のベース電力と在室時の照明・コンセント電力の和と考えられます。

・ベース気温以上では、外気温上昇に伴う電力使用量の増加分は冷房用電力と考えられます。同様に、ベース気温以下では、外気温が低くなるほど暖房用電力が増加します。

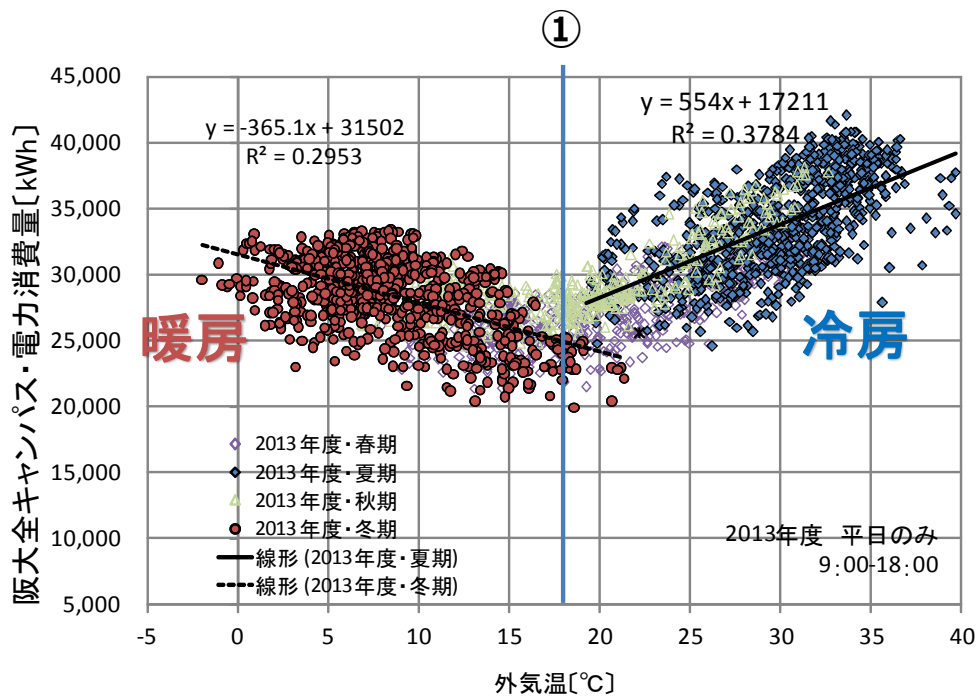


図 1.4 外気温と電力使用量（2013 年度）

ベース電力（1月1日）、ベース気温（外気温 18℃付近、図 1.4①）の代表日を 10 月 17 日、夏期代表日を 7 月 11 日とすると、図 1.5 のデータ解析方法より電力使用量内訳（図 1.6・1.7）を大まかに把握できます。

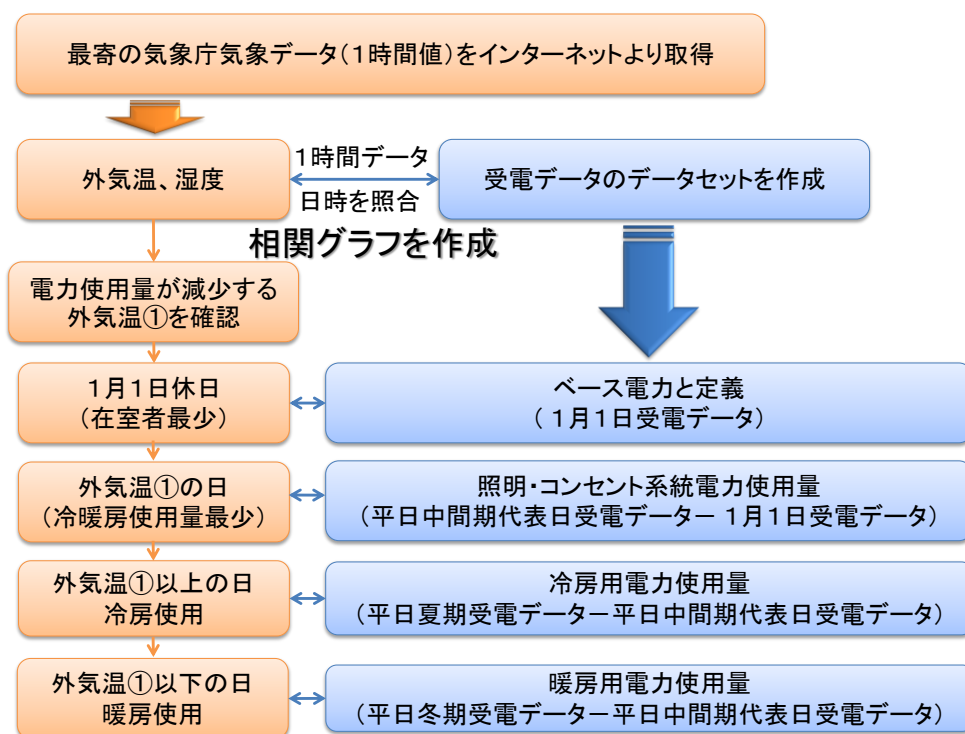


図 1.5 電力使用量のデータ解析方法

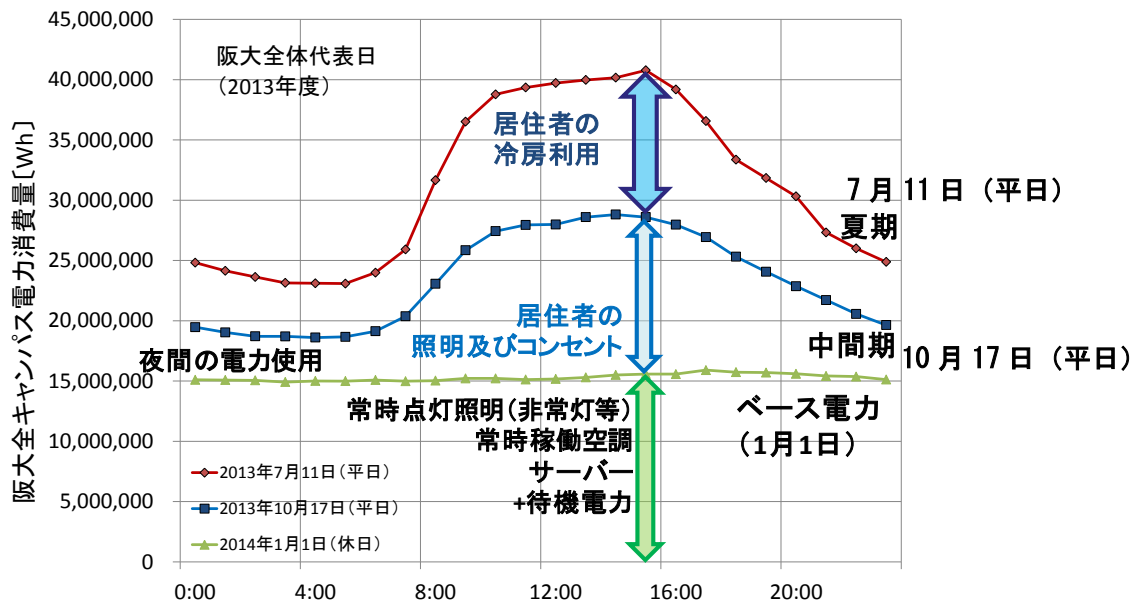


図 1.6 大阪大学全キャンパス電力使用状況（冷房）1 時間データ（2013 年度）

冬期の在室時電力使用量（代表日：2014 年 1 月 10 日）は、ベース気温（外気温 18℃付近）を示す 10 月 17 日のデータとの差が少ないことから、夏期に比べて暖房用電力使用量が少なく、高負荷建物が多い傾向にあることがわかります。

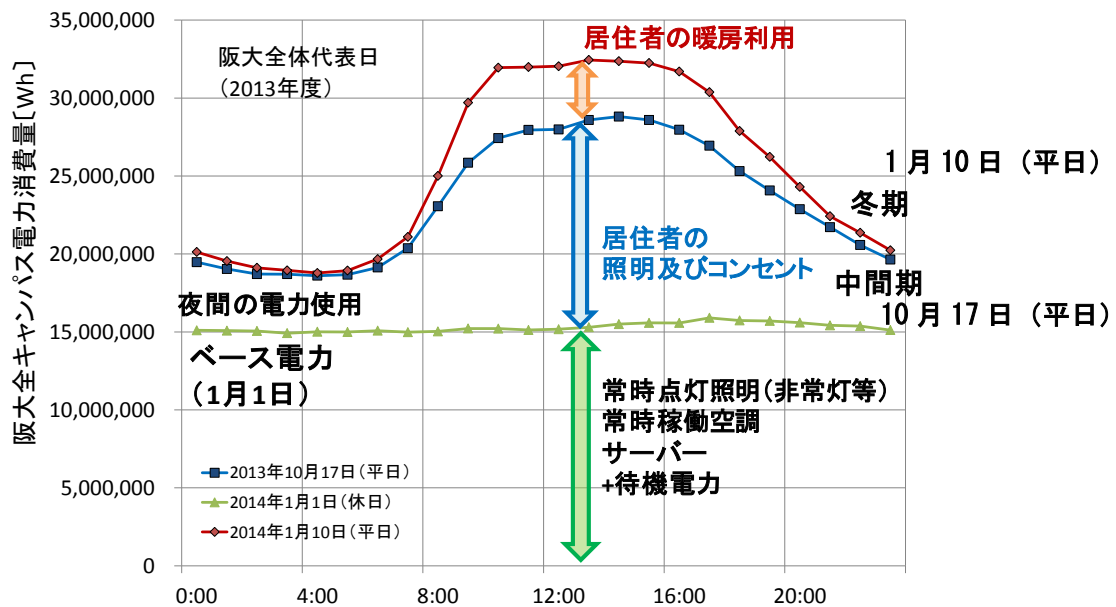


図 1.7 大阪大学全キャンパス電力使用状況（暖房）1 時間データ（2013 年度）

これまで、電力可視化データの利用例を示しました。

さらに、各建物および各部局ごとに、同様のグラフを作成することが可能であり、省エネルギー対策の立案や省エネ効果の確認に活用していただくことができます。

1.2 コンセント電力の削減

2012 年に実施された実験機器・備品等の機器調査から、機器ごとの定格電力に申告された使用時間に乗じて推定した大阪大学全体の年間コンセント電力使用内訳（図 1.8）を示します。約 2 割を占めるサーバーと約 1 割を占める冷蔵庫・各種フリーザーは 24 時間稼働機器であり、合計で全体の約 3 割を占めるのに対し、その他の実験機器は 57%を占めるという結果となりました。

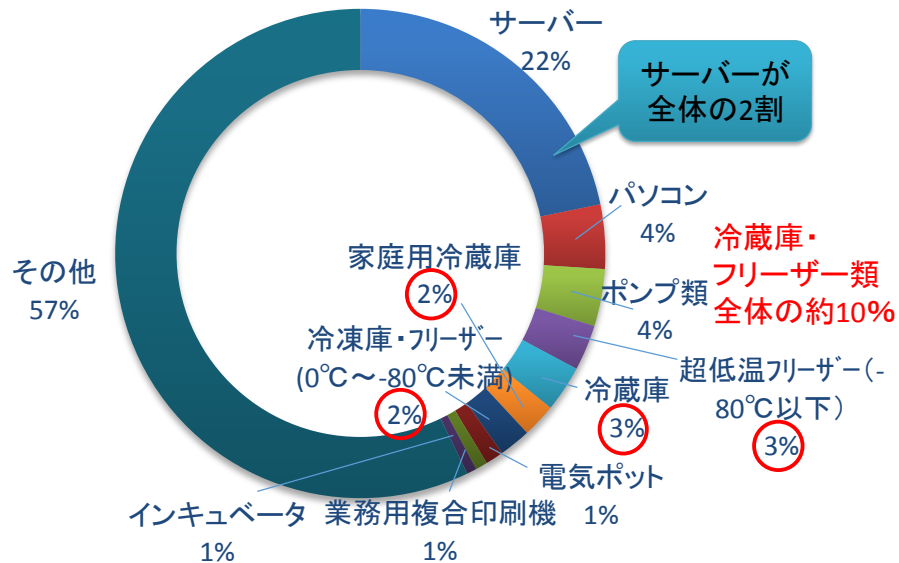


図 1.8 大阪大学全体の実験機器・備品等の電力使用内訳（2012 年）

機器の電力消費の省エネルギーの鍵は、常時 ON にしなければならない機器と、使用時以外は OFF にできる機器を区別し、後者についてはこまめなスイッチの ON/OFF を心がけることです。そのためには「節電シール」の活用も一つの方法です。

○部局・研究室の連携：実験機器やパソコン等に節電シールを貼りましょう。

※大阪大学「ワ二博士」節電シール（図 1.9）は、カルフォルニア大学バークレー校の取り組み(1.5 節参照、図 1.10)を参考に作成しています。



図 1.9 大阪大学における節電シール



図 1.10 カルフォルニア大学バークレー校

1.3 照明：室用途毎の適切な照度設定～東日本大震災以後、照明電力半減へ～

東日本大震災以降、日本建築学会から適切な照度の再設定など、照明電力削減への働きかけが行われています(2011年5月、「照明環境に関する緊急提言」)。その内容は、日本工業規格照明基準総則(JIS Z 9110:2010)における運用を、**事務所の執務室**(JISZ9125:2007 追補)では**照度 500lx (=間引き率 1/4～1/3)**に定めるものです。**照度 500lx は、欧米における標準照度**であるため、健康への影響はないといえます。また、学生のための居室であれば照度 400lx で運用することも可能であることが、国立大学で初めて全館 LED 照明が導入された名古屋大学 ES 総合館にて確認されています。

照度設定ごとの照明電力消費量は、図 1.11 に示す通りです。

◆照度設定 750lx：照明電力消費量 20W/m² (従来設計)

◇照度設定 500lx：照明電力消費量 10～14W/m²に抑えられます。

昼光利用とは、ブラインドの角度を変えて、積極的に室内に光を取り入れる状況のことをいいます。照度設定が高い場合(照度設定 500lx～750lx)は、昼光利用による省エネ効果がえられます。最近の建物で照度センサーが付いている建物は、部屋の家具・機器の入った状態で設定照度の調節を行うことが重要です。

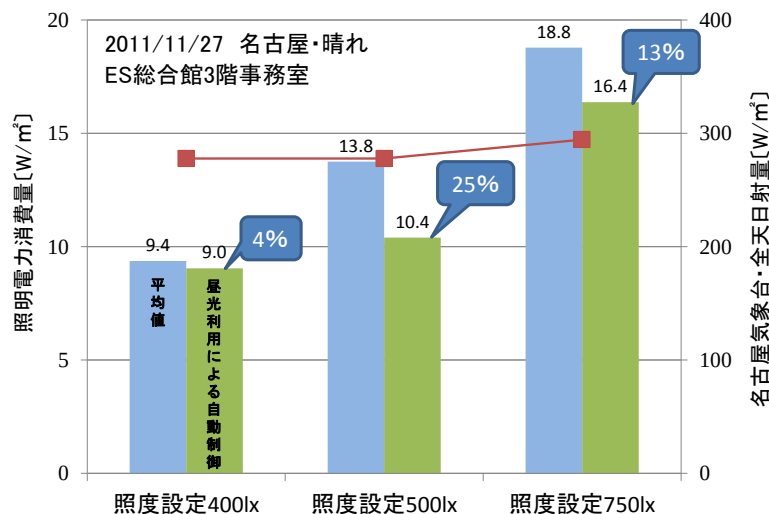


図 1.11 照度設定変更と照明電力消費量の比較 (2015.6.22 省エネ推進会議資料より)

なお、労働安全衛生法 (昭和 47 年法律第 57 号)、およびその体系下の事務所衛生基準規則 (昭和 47 年 9 月 30 日労働省令第 43 号) によれば、以下の基準が存在しています。

事務所衛生基準規則の第 10 条：

精密な作業 300lx 以上、普通の作業 150 lx 以上、粗な作業 70lx 以上

※参考：事務所の執務室 300lx (=間引き率 1/2 相当)、廊下は 70lx へ。

よって、研究室、事務室、講義室等の執務室における照度は 300lx が照度下限値となります。実験室ではその作業内容によって、設定照度を定める必要があります。

1.4 冷暖房の省エネルギー対策

環境省の施策である COOLBIZ（クールビズ：室温 28℃、着衣量・ノーネクタイなどの薄着）・WORMBIZ（ウォームビズ：室温 20℃、着衣量・セーター・ジャケット等の厚着）は、人体と周囲環境の熱バランスから**快適性指標 6 要素（①人体代謝量、②着衣量、③空気温度、④湿度、⑤気流速度、⑥放射温度）**のうち②の調整を行うことで、空調用の設定温度を変更し、省エネルギーな運用を行うことを推奨したものです。室温のみならず、冬期の加湿・夏期の除湿や扇風機の併用など、湿度や気流を改善することで快適性を改善する工夫もあります。

さらに、空気調和・衛生工学会が作成した「我慢をしない省エネへー夏季オフィスの冷房に関する提言―報告書」には、なぜ 28℃設定としたのかの経緯が詳しく示されています。28℃を一つの目安としながらも、それぞれの部屋の業務実態や個人差を考慮した温度設定が必要です。

<http://www.shasej.org/iinkai/gamanwoshinaisyuene/gamanwoshinaisyuene.pdf>

夏期室温 28℃の居室におけるサーモ画像（図 1.12）のとおり、夏期の冷房は窓面から侵入する熱、照明発熱、人体発熱、パソコン等によるコンセント電力に起因する発熱を冷却します。よって、発熱を少なく抑えるほど、夏期冷房用電力は削減します。冬期は、窓の断熱性能がよく、発熱が多いほど暖房用電力を削減します。

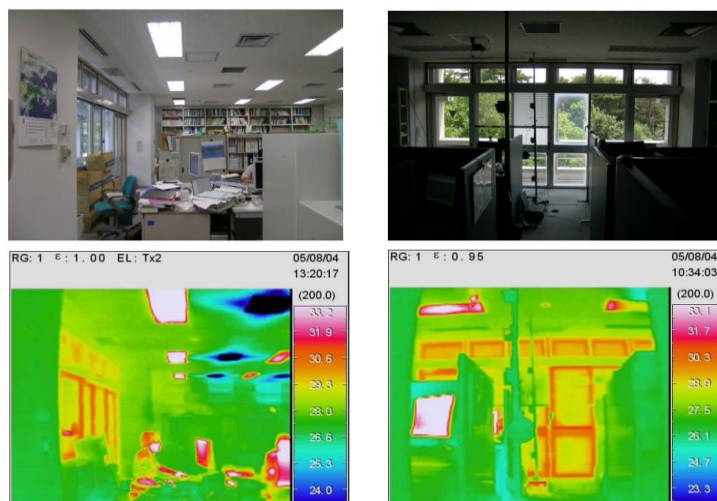


図 1.12 夏期室温 28℃居室のサーモ画像（2015.6.22 省エネ推進会議資料より）

※注意 1）室内設定温度について：温湿度センサーの位置の問題と計測精度（パッケージ空調システム：±1℃程度）、空調制御精度（±0.3℃程度）があり、部屋の気温を均一にすることも難しいため、エアコンの設定温度決定には部屋の状況を勘案して、場合によっては室内気温を計測することにより決定することが必要となります。また、理系研究者はパソコン 2 台に囲まれて、執務場所のみが高温となるケースもあります。

※注意 2）足元で使用する電気ヒーターは手軽さから良く使用されますが、電熱利用のため効率が非常に悪く（エアコンの 3 倍程度の電力消費）、学内オフィスの計測結果によれば、電気ヒーターの冬期の使用電力は同じ部屋の照明年間消費電力に匹敵するという結果が得られています。できるだけ、電気ヒーターの使用は控えるべきです。

1.5 他大学における取り組み

■カルフォルニア大学バークレー校におけるエネルギー管理対策

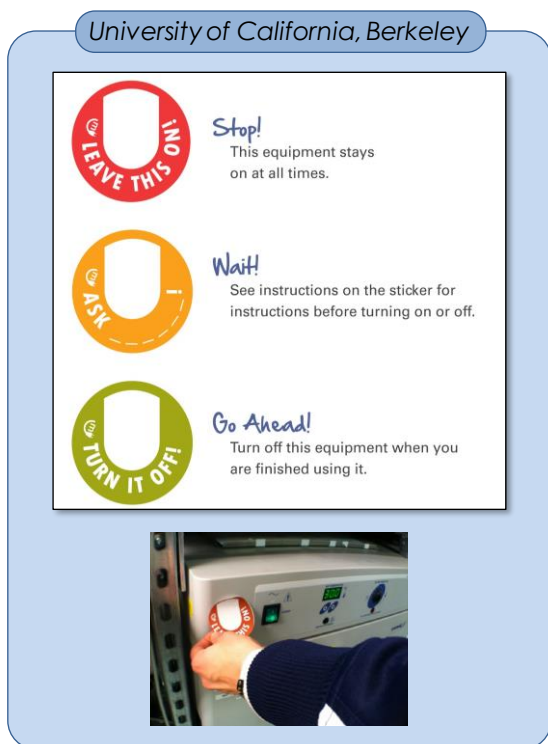
Energy Incentive Program(EIP)とキャンパス内広報は、次のURLから参照いただけます。URL：<http://www.mypower.berkeley.edu>

○部局対象：省エネ節約分を還付するという直接的な利点を各部署に与えています。

◎構成員対象：各建物のエネルギー消費量を、**各自の携帯電話等のモバイル端末からモニタリングできるシステムを構築**しています。

○部局と構成員の連携：システム導入により、個人活動と組織活動の関連を明確にし、省エネ行動の誘発を促します。また、カルフォルニア大学バークレー校の人々とその状況にあった計画を目指しています。

◎研究室対象：照明やコンセント等のスイッチに、ステッカー（図 1.13）を貼り、省エネ行動を喚起させる取り組みが行われています。



◆施策内容

運用の異なる各機器(実験装置を含む)に左図のようなステッカーを貼付しています。
 (※貼付場所は電源スイッチのボタン横等)

①**赤色ステッカーの意味**
 ・この機器は常時 ON とする。

②**橙色ステッカーの意味**
 ・この機器を ON または OFF とする前に、ステッカーに記載の説明を読むこと。

③**緑色ステッカーの意味**
 ・この機器の使用後は電源スイッチを OFF とすること。

図 1.13 カルフォルニア大学バークレー校の取り組み

◆想定される効果

- ◇機器スイッチの定常状態(ON/OFF)が、初心者を含め機器操作に関わる者全員に一目(色)で分かり、節電行動に繋がります。
- ◇ステッカーの貼付行動が、当該機器の電源スイッチの定常位置を再検討する契機となり、貼付前の常時 ON(赤色)から、橙色/緑色貼付へ移行する可能性があります。

2. カテゴリーⅡ（理科系施設）における省エネルギー対策

2.1 カテゴリーⅡ（理科系施設）建物のエネルギー消費実態

大阪大学の**1次エネルギー消費原単位**[※]は、約 2300MJ/m²・年程度です。

これは、一般事務所 1800MJ/m²年に比較すると、ややエネルギー消費量が多い傾向にあり、図 2.1 のように、主に理科系施設の1次エネルギー消費原単位が大きいことが要因として考えられます。

一般事務用途に比較して、大学キャンパスでは実験機器による特殊実験装置の存在があり、関連するコンセント電力、空調電力の増加がエネルギー消費の増加要因と考えられます。

※1次エネルギー消費原単位について

発電所等のエネルギー供給側で投入する化石燃料等のエネルギー使用量（需要側の電力単位発熱量：9.76MJ/kWh、都市ガス 13A：46.1MJ/m³換算）を、建物延床面積で除したものの

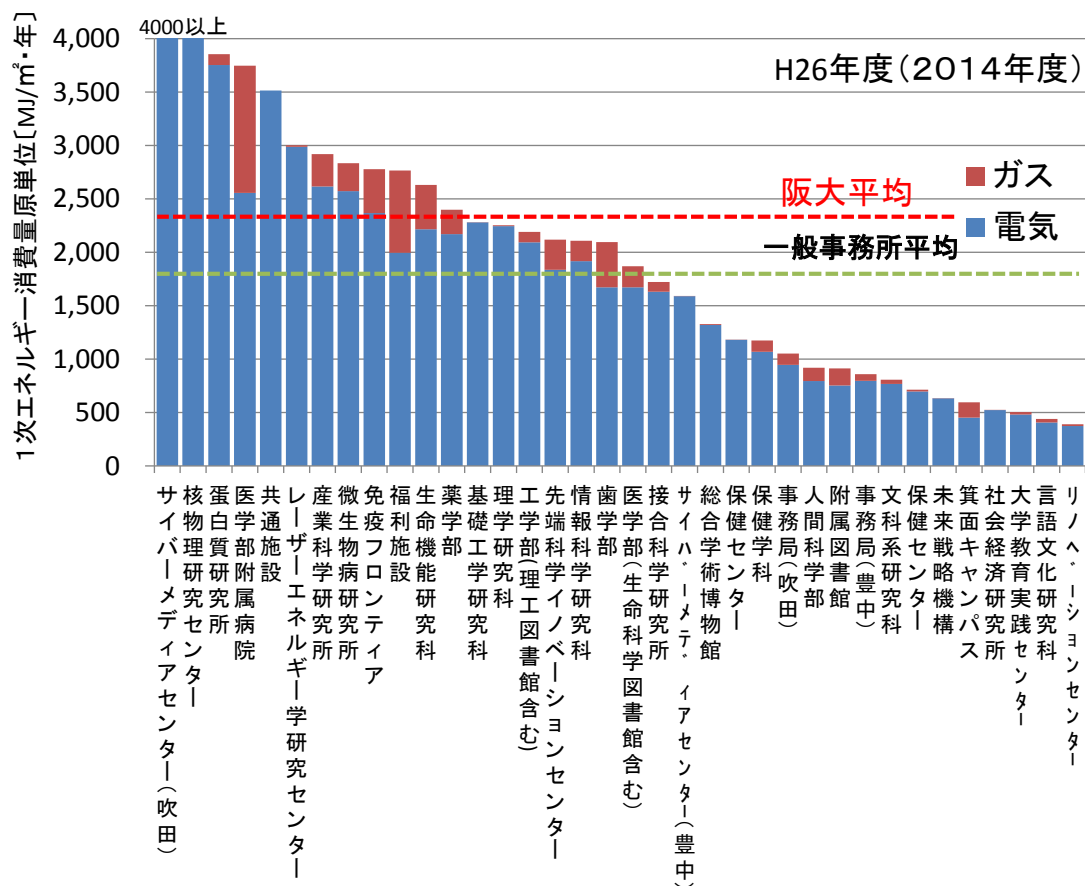


図 2.1 部局ごとの1次エネルギー消費原単位

2.2 実験装置等の省エネルギー実施手順

実験装置等の省エネルギー実施手順を図 2.2 に示す。PDCA（Plan Do Check Action）サイクルを循環させて省エネを推進することが重要です。

管理基準とは、省エネの PDCA サイクルを実行するためのマニュアルを指し、省エネのポイントを数値化等に基準化（Plan）し、改善実施し（Do）、計測記録結果により実効性を確認（Check）します。

また、その状態を維持するために、定期的な保守点検を実施し、より省エネ効果を高めるために、定期的に管理基準の見直し（Action）が有効です。

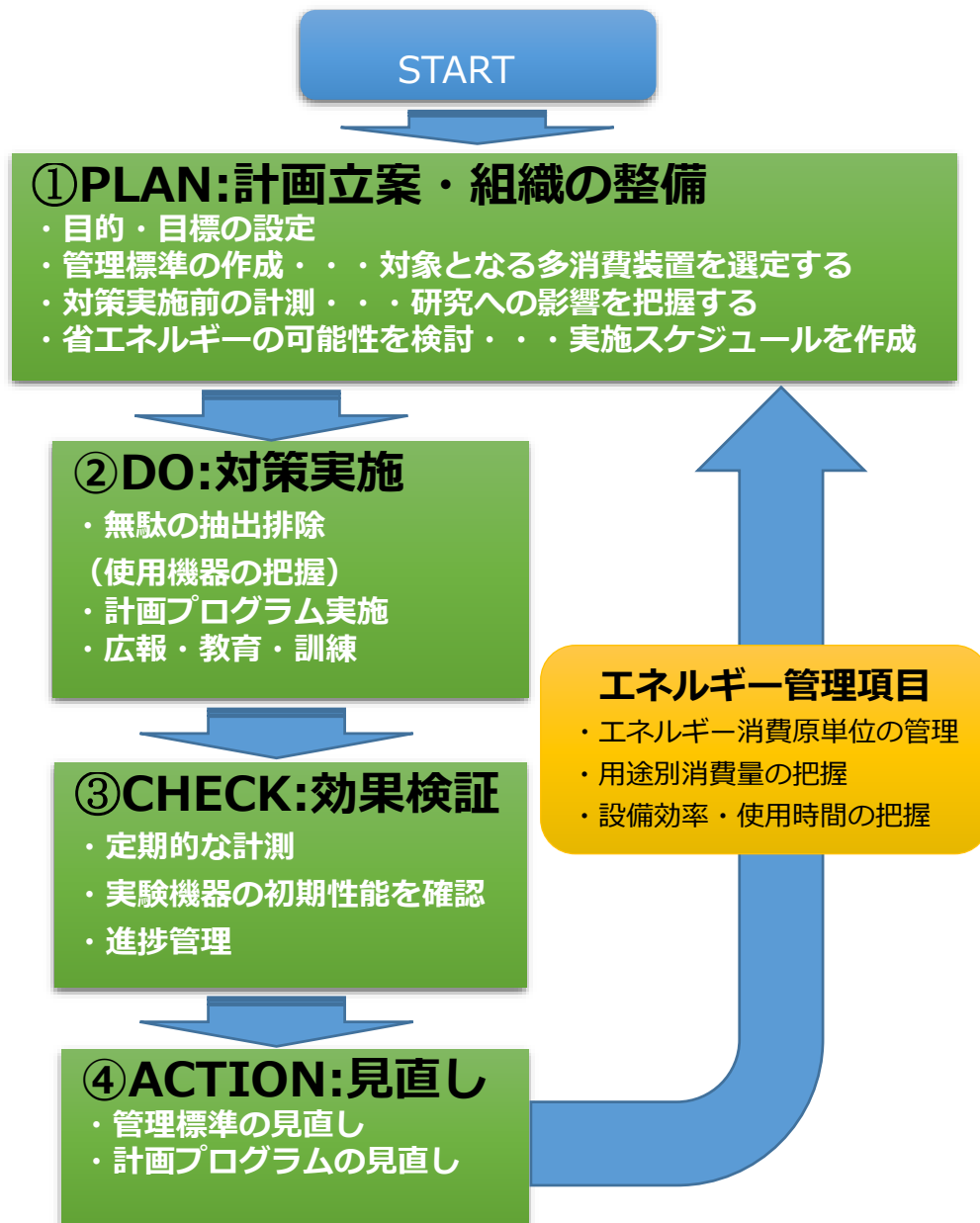


図 2.2 省エネルギー実施のための PDCA サイクル

管理基準を検討する際の管理項目の例を、表 2.1 に示します。

<<管理項目の例>>

表 2.1 管理項目一覧

項目	解説・ポイント
◎装置等の使用目的	実験に必要な諸条件や使用スケジュールを検討するための基本要素となる
◎経年状況	劣化状況の目安になり、高効率機器への更新による省エネルギーの可能性を確認する。
◎使用時間	時間短縮の可能性を確認する
◎運転・管理マニュアルの有無	現状の管理方法を確認する
◎計測記録	運用状態や効率低下を確認する
◎メンテナンス（保全記録）の有無	初期効率の維持を確認する
◎定格消費電力	エネルギー使用量を推定する (定格消費電力×稼働時間) ※継続的な取り組みとするためには定期的な計測による実際の消費電力値が必要となる
◎実験装置と空調設備のエネルギー消費の分類	装置・空調の高効率化の目安になる
◎実験環境 ・温湿度条件 ・換気量 ・照度	・温湿度の精度を確認する。必要以上の温湿度条件で実験環境を維持すると空調用エネルギーが多くなる。 ・必要以上の換気は搬送・空調用にエネルギーを消費する。 ・実験装置や作業空間で必要な照度が確保されているかを確認する。

<<省エネチューニングの実施>>

省エネルギー対策に結び付けるための、手段は表 2.2 のとおりに分類されます。

☆誰が、いつ、どのように省エネチューニングを実行するか？

☆管理計画を立てることが重要です！

表 2.2 省エネチューニング項目（省エネセンター提供資料より作成）

設備等	省エネチューニング項目	対応	効果	備考
照明負荷	照明の低照度設定（照度 500lx）	照明の間引き	○	・利用者に了解要
コンセント	実験機器等の使用時間の見直し	実験機器等の稼働時間削減	◎	・利用者に了解要
負荷	実験機器等の集約化	実験機器等の稼働台数削減	◎	・利用者に了解要
負荷の低減 （建物および機器）	①室内温度条件の緩和（冷房時）	温度設定の変更	◎	・利用者に了解要 ・室内温度分布に配慮
	②室内温度条件の緩和（暖房時）	温度設定の変更	○	・利用者に了解要 ・室内温度分布に配慮 ・外周部と内部が別系統の場合、温度設定に注意
	③冷房時除湿制御の取り止め	除湿、再熱運転停止	○	・冷却に伴う除湿で対応可能 ・室内環境に注意
	④在室者に合わせた外気量の削減	外気ダンパーの調整（絞る）	◎	・CO2制御がない場合には基準値以下になるように調整
	⑤外気冷房	外気ダンパーの調整（開く）	◎	・主に冬期、中間期
	⑥予冷時外気導入停止	外気ダンパーの調整	○	・自動装置がない場合には、毎日の作業がある
	⑦全熱交換器の運転停止（手動）	外気エンタルピーが室内条件を下回る場合に適用	○	・回転式の場合は間欠運転を行う
効率運転 熱源機器	①ポンプ、ファンのインバーター採用による流量調整	負荷特性に合わせ再調整	◎	・バルブ、ダンパーの流量調整をインバータに変更
	②燃焼機器の空気比調整	空気比を1.2～1.3に調整	○	・専門技術者により調整
	③台数制御の最適運転	負荷特性に合わせ再調整	○	・メーカーの協力必要
	④冷水出口温度設定の変更（大負荷時・部分負荷時）	中間期に設定温度を上げる	○	・低負荷時の調整方法確認
	⑤温水出口温度設定の変更（大負荷時・部分負荷時）	冬期の設定温度を下げる	△	・温まりすぎ防止に効果あり
	⑥冷却水温度制御の設定値変更	中間期に設定温度を下げる	○	・冷却塔との関連注意
搬送動力の節約 ポンプ類 空調機送風機	①冷温水量の変更（可能な範囲での大温度差変化）	水量/温度差	○	・室負荷に合わせて、流量を調整する
	②台数制御の効率運転	負荷特性に合わせ再調整	○	・全台数運転の必要性をチェック
	③冷却水量変更	中間期に冷却水量を絞る	◎	・最低水量の確保が必要 ・メーカーの協力必要
	④送風量変更	空調機の送風量の削減	◎	・外周はユニット機器、内部AHUの場合採用可能 ・室内分布に注意
	⑤VAV方式の送風温度の変更	最低送風量設定の変更 送風温度設定を下げる	○ ○	・暑い、寒いクレームが少ないこと ・CO2温度に影響のないシステムの場合対応可能
	⑥省エネベルトの採用	消耗品交換時に採用できる	○	・損失トルクが小さく、動力ロスを削減
運用管理 空調設備 電気設備 建物関係その他	①立ち上がり時間の短縮	機器の運転開始時間を現状より遅くする	○	・運転開始から設定室温になるまで、約20分かかる
	②残業運転の短縮又は取り止め		○	・スケジュール運転を設定し、空調機の稼働を停止する
	③在室者の状況に合わせて間欠運転または停止		○	・在室者が少ない場合には採用可能
	④ナイトバージ	外気系統の夜間運転	△	・立ち上がり時の運転に連動させると効果的
	⑤空気分布の適正化		-	・室内温度ムラの是正
	①高効率照明機器の使用	LED照明に交換	◎	・使用時間の長い箇所から交換
	②照度の適正化	不必要と思われる高照度の室等の照明器具を消灯	○	・窓面などへの昼光利用含む、照度500lxを推奨
	③水銀灯安定期ランプの高効率化	LED照明に交換	○	・長寿命が見込めるLED照明を選択する
	④誘導灯の高輝度化	LED照明に交換	○	・24時間点灯器具
	⑤自動点滅化	昼光や人感センサーによる	○	・24時間点灯器具
	⑥変圧器容量の見直し	電力負荷により統廃合する	○	・容量の平準化によるバンク構成の見直し
	⑦ブラインド類の適正な運用	ブラインド開閉動作で調整する	△	・季節、時間（方位）、天候により運用管理
	⑧エアバランスの適正化	建物の正圧、負圧の管理	△	・隙間風の流入と側風遮断
建物関係その他	⑨中間期の扉・窓開放（自然換気）	窓開閉動作で調整する	◎	・室内設定温度を緩和すると自然換気利用時間が増加する
	⑩エレベーターの適正運転管理	オフィスビル等の朝夕の入退出時以外に設定	○	・建物内動線、交通を調査
	⑪自動販売機運転適性管理	夜間停止及び照明消灯	○	・夜間需要がないか需要激減の場合

<<節電・省エネ計画チェック項目>>

※省エネ担当者を決めて、節電・省エネ計画のチェック項目を定期的に確認しましょう。

表 2.3 大阪大学 節電・省エネ計画チェック項目

計画Level	主な節電・省エネ対策 対応内容	実施項目	実験室	研究室	事務室	講義室	
Level0 (通年実施)	建物の空調・照明等	照明を業務に支障のない範囲の間引き (照度500lx=1/4~1/3、照度300lx=1/2)					
		廊下照明の間引き(照度70lx程度)					
		昼休みの照明の消灯					
		スイッチ付近に消し忘れシールの貼付					
		エアータオルの自粛					
		使用していない部屋の照明・空調OFF					
		長時間使用していない部屋の施錠の徹底					
	コンセント電力の抑制	パソコン省エネモード設定の徹底					
		離席時のパソコンディスプレイの電源OFF					
		終業時のパソコン、プリンター、OA機器、TV等の主電源OFFを徹底					
		不在時の保温ポットの電源OFF					
冷凍・冷蔵庫等の整理・集約化							
ワークスタイル	不使用時の実験機器等の可能な限り電源の停止						
	24時間稼働機器の運転見直し						
	階段の利用奨励(各人の健康状態等に十分配慮すること)						
		ポスター掲示による節電の定着					
Level1	建物の空調・照明等	夏期 室温28℃を目安に空調機の冷房温度を調整(電気・ガス)					
		ブラインドや網戸及びよしず、扇風機等の積極的な利用					
		冬期 室温20℃を目安に空調機の暖房温度を調整(電気・ガス)					
		個別電気ヒーター等の使用自粛					
		電熱式加湿器の使用自粛					
		日没時は屋外の冷気を遮断するため、カーテン等の活用を行う					
		空調機フィルターの清掃					
	使座ヒーターの停止						
	ワークスタイル	夏期	クールビズ励行				
		冬期	ウォームビズの励行				
夏期		一斉休業の積極的な実施					
Level2	建物の空調・照明等	電気式空調機を就業時間外の一時停止(健康にできるだけ留意して行うこと)					
		廊下照明の消灯(安全にできるだけ留意して行うこと)					
		冬期 個別電気ヒーター等の使用禁止					
		電熱式加湿器の使用禁止					
Level3	コンセント電力の抑制	電気ポットの使用停止					
	建物の空調・照明等	電気式空調機の停止(健康にできるだけ留意して行うこと)					
		使用可能な実験の中止					
		停止可能なサーバー等コンピューターの停止					
【Level0~Level3の実施形態】							
・Level0：計画期間に関係なく通年実施する							
・Level1：計画期間中に常時実施する							
・Level2：監督官庁から電力需給ひっ迫警報等を受けた場合の対応とし、学内通知により、Level1に合わせて実施する。							
・Level3：監督官庁から緊急節電要請等を受けた場合の対応とし、学内通知により、Level1とLevel2に併せて実施する。							
(※Level2、Level3へ移行する旨の学内通知は環境・エネルギー管理課から送付する)							

<<エネルギー消費量以外の管理目標>>

① ピーク電力

キャンパス全体がその契約電力を超過すると、多額な違約金の支払いが生じます。また、契約電力量を下げることで電力の基本料金を下げることができるため、できるだけ契約電力量を上げない運用が必要です。

夏期7月下旬から8月上旬の試験期間における高温時には、契約電力を超過するような電力量を使用する日が数日生じます。このとき、ピーク電力を管理するため、業務継続に支障のない節電対応が求められます。

② 事業継続計画 BCP (Business Continuity Plan)

災害時における事業継続計画はBCP (Business Continuity Plan) と呼ばれ、省エネ技術の導入により最低限必要となるエネルギー需要を極力少なくし、必要となるエネルギー需要を満たすために創エネルギー技術の導入を促進する計画が促進されています。大学の場合、災害時等に大学に残留している学生や教職員の滞在のために必要なエネルギー、研究試料の保存に必要なエネルギー等が考えられます。

例えば、非常用発電機を整備することや、太陽光発電による電力を防災用蓄電池に蓄電することで、発電していない時間帯にも電気を使用できるようになります。本学では、太陽光発電を2014年末時点で801kW設置しているものの、蓄電設備が無いため、災害時に使用できる電力は限られております。

○部局対象：ピークデマンド超過を回避するための対応を、事前に協議しましょう。電力消費の内訳から考えると、冷房装置の設定温度緩和や停止可能な特殊実験機器の停止が最も効果的と考えられます。また、情報伝達方法を決めておく必要があります。

◎部局・研究室対象：非常時に最低限必要な電力量がどの程度であるかを把握しましょう。結果として、省エネ削減可能性を検討することに繋がります。

2.3 実験機器等の運用実態（2012 年機器調査の報告）

2012 年秋ごろ、全学に対し、実験装置等の機器調査を実施しました（図 2.3）。以下の表 2.4 に示す通り、回答率は 90%を超えており、年間電力使用量の約 4 割の内訳を詳細に把握しました。以下に、解析結果を示します。

表 2.4 実験機器・備品等の調査回答率

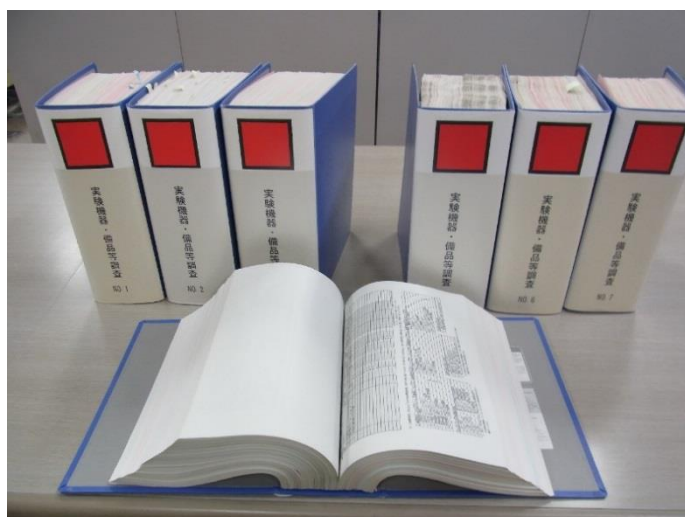


図 2.3 2012 年実験等機器調査データのとりまとめ

	調査回答率	備考
レーザー	100	
接合	100	
工	65	
歯・歯病	100	
薬	100	
医・保健	80	
日日	100	
社研	100	
法高	74	(法)
	78	(高)
	100	(知財、事務)
蛋白	100	
文学	100	
微研	100	
核物	100	
経済・国公	100	
情報	100	
基礎工	100	
保健センター	100	
言文・外(豊中)	90	
言文・外(箕面)	100	
医	100	
免フロ	95	
全学	100	
生命	100	
図	100	
理	100	
リノ	100	
医病	90	(外来中診)
	60	(病棟)
産研	100	
本部系	90	

※ただし、工学部：移動等を含めると、ほぼ 100%の回答率

機器調査は、建物のカテゴリーごとにまとめました。ここでは、カテゴリーⅡ（理科系施設）における機器調査の結果を示します。

定格電力×使用時間は、電力使用量に相当します。よって、図 2.4 において、カテゴリーⅡにおける機器調査から定格電力に申告された使用時間乗じ、年間電力使用量内訳を割合で示します。カテゴリーⅡのベース電力にかかわる 24 時間稼働機器は、サーバーが 37%、冷蔵庫 7%、フリーザー 1%を合わせると、年間コンセント電力使用内訳の約 45%にあたります。

理科系施設において大きなエネルギー削減を実現するには、「コンセントその他」に関わるエネルギーの削減が避けられないことが推察できます。特に 24 時間稼働する機器の影響が大きいと考えられます。

また、執務者が使用するパソコン、プリンター等による電力使用量割合は全体の電力使用割合の 4%に対し、機器 500W以上の特殊実験装置が 41%の稼働があるため、実験装置の適切な運用改善を心がけることで、さらなる省エネ効果が見込まれます。

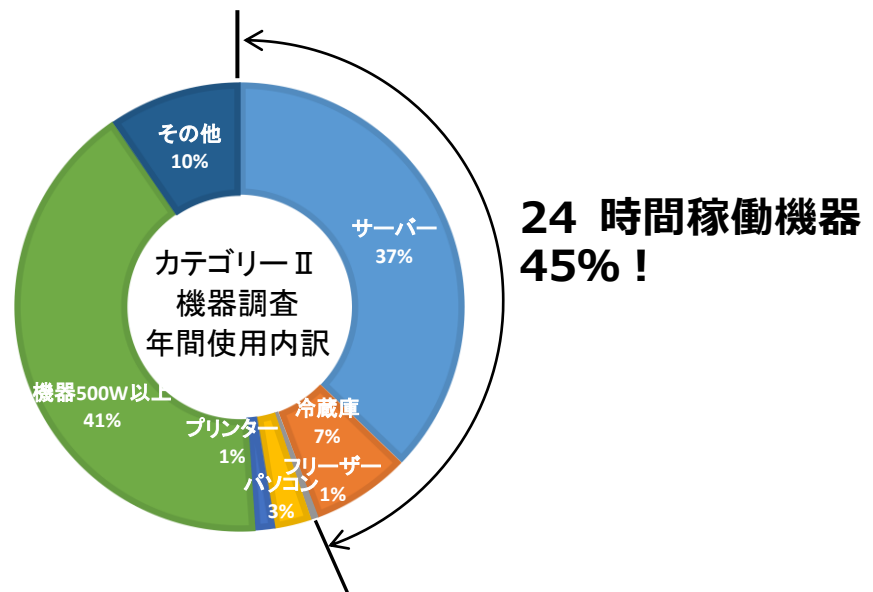


図 2.4 カテゴリⅡ（理科系施設）における機器調査結果

保有機器調査の全学の結果（図 2.5）を示します。建物分類ごとにその比率も大きく異なり、例えば医学系ではフリーザー類、工学系では実験機器、情報科学系ではサーバー・大型計算機類の比率が高いことが分かります。

省エネルギー対策を計画する上では、この特徴を踏まえ、各建物の実態に合わせた効果的な対策を行うことが今後の課題となります。

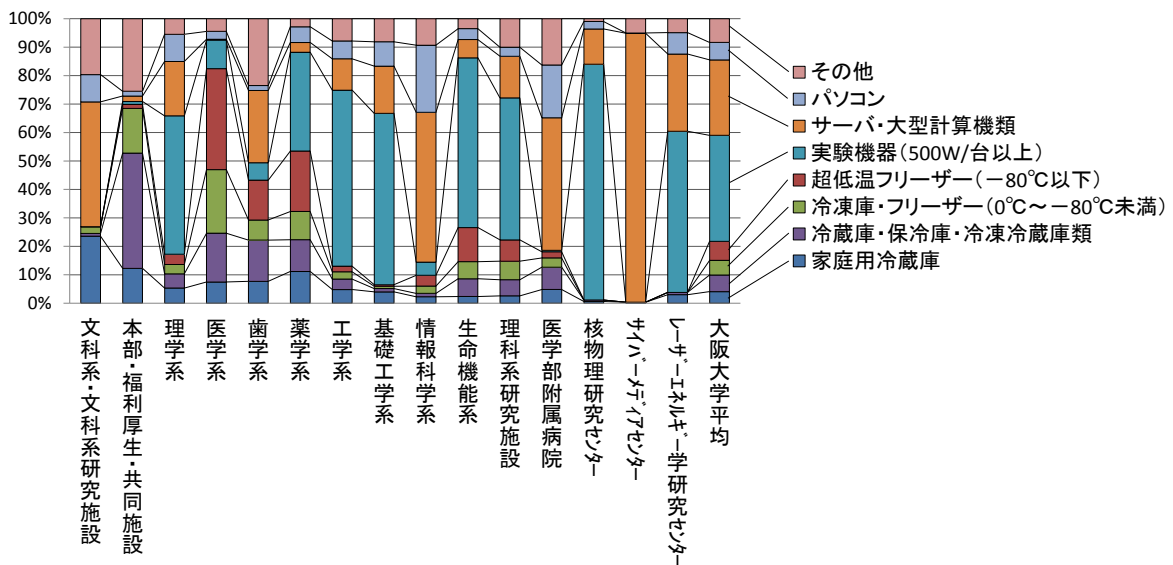


図 2.5 24 時間稼働機器の定格消費電力容量比率

図 2.6 には、図 2.5 と同様のデータである生物科学系施設と情報科学系施設にて年間の稼働時間が 8,760 時間（年間 24 時間）とされた機器の定格消費電力の容量比率の結果を示します。なお、定格消費電力が未記入の機器は、同じ機器種別の数値入力機器の平均値を代入しました。

定格消費電力に対する実際の消費電力量の割合は、機器種別によりそれぞれ異なるため実際の消費量内訳とは差違がありますが、ベース分は主にこれらの機器と、24 時間稼働の空調や待機電力、変圧器損失などにより構成されているものと考えられます。施設ごとに特徴を確認すると、生物科学系施設ではフリーザー・冷凍庫類や実験機器が、情報科学系施設はサーバー・大型計算機類、パソコンの比率が高いことがわかります。

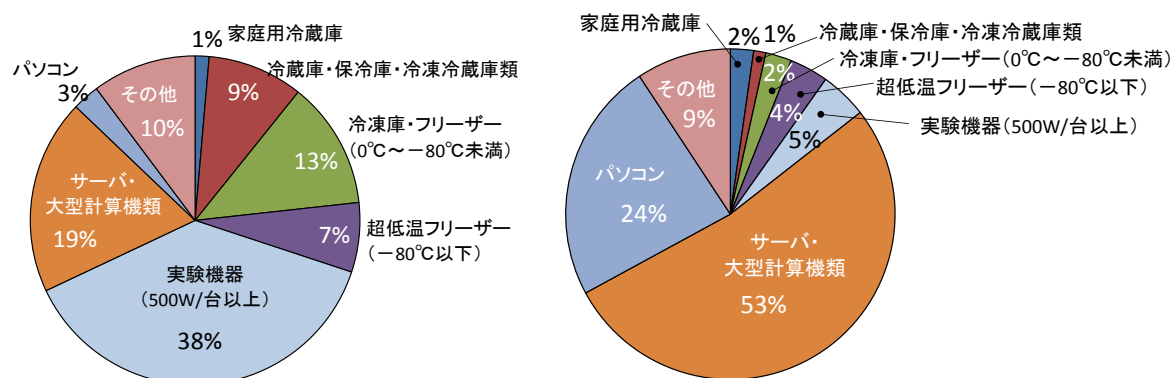


図 2.6 24 時間稼働機器の定格消費電力容量比率（左：生物科学系施設、右：情報科学系施設）

部局ごとに、24 時間稼働機器の内訳を把握することが重要です！

2.4 理学部・理学研究科における取り組み

理学部・理学研究科では省エネWGを組織し、徹底した省エネルギー対策を行ったことで、**2015年夏期の電力使用量を、前年度比8%削減**することに成功しました。

図2.7のとおり、前年度の外気温に対する相関式（点線）に対し、2015年度の相関式（実線）がほぼ平行に下がっており、実験装置などベース電力の削減に踏み込んだ省エネルギー対策を実施したことが分かります。（冷房を削減すると相関式の傾きが小さくなり、冷房以外を削減すると平行に下がります）主な実施項目を、以下に示します。

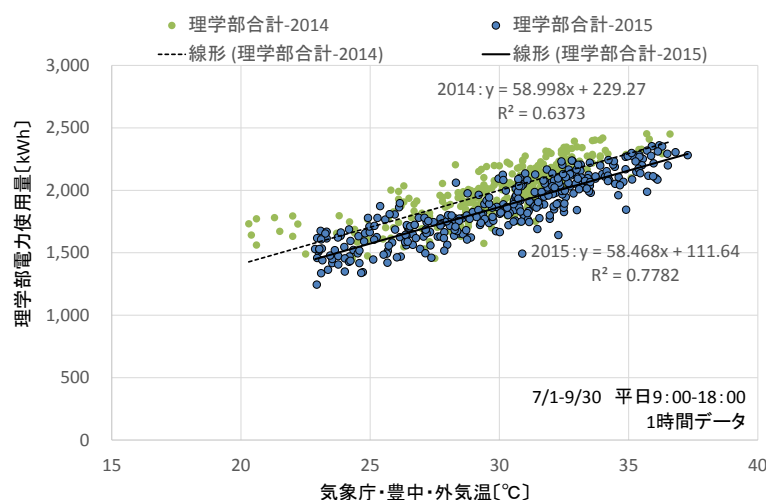


図 2.7 外気温と理学部使用電力使用量（2014年度）

1) 冷房のタイマー運転の励行：

講義室を中心に40か所において、冷房のタイマー運転を実施した。古いエアコンはスイッチを入れてから2時間でOFFになるように、新しいエアコンは講義時間に合わせたスケジュール設定を依頼した。

2) 日よけの設置：

南側と西側のベランダで日よけの効果がありそうな場所を申告していただき、日よけを設置した。専攻経費で負担することで設置を奨励し、新規に15か所に設置した。（冬期は日よけを取り除き、光があたるようにすることで暖房用電力の増加を抑える必要がある。）

3) フリーザーの設定温度の見直し：8台で設定温度を見直した。

4) 照明の間引き：専攻全体で10か所程度の間引いた。

5) サーバー室の室内設定温度の見直し：夏期室温23℃から28℃へ変更した。

6) 情報の周知徹底：メールと教室会議で周知した。

その際、電力可視化システムの結果を参考に、予想される省エネ効果の説明を行った。また、デマンドを超えそうな場合の対応を、メールで周知した。

2.5 海外における取り組み

【I A R U（国際研究型大学連合）：大学のためのグリーンガイドより】

出典：<http://www.iaruni.org/sustainability/green-guide>

>> 研究室運営に要する総エネルギーコストの知識・情報から、利用者はエネルギー効率の向上に意欲的になる

■ケンブリッジ大学におけるエネルギーの見える化

ケンブリッジ大学のガードン研究所は、エネルギーについてどう思うかと尋ねるという穏やかなアプローチをとりました。

- ・ガードン研究所の研究者に関連する統計や正確な情報のポスターを作成した。
- ・1,000 G Bポンドの賞金を目指して研究室同士が競った。
- ・「ガートンエネルギー誓約書」：75%の研究所スタッフが省エネルギーについて考えることを約束し、褒美のコーヒーとケーキを楽しんだ。
- ・エネルギー利用における影響についてより自覚してもらうために、エネルギー見える化ツールとしてリアルタイム計測システムを設置した。
- ・省エネルギー成績表を作成し、研究者は賞品を目指して互いに競った。キャンペーンの一年目が終わる頃には研究室は電力を約 19%、年間 20,000 G Bポンドの節約をした。最も成果を上げた研究室は、電力消費を 50%以上削減した。
- ・優秀な事例を集め、研究室のサステナビリティ問題に関する資料を作成する。
- ・研究室のエネルギー監査を行う。詳細にわたる監査により、研究室においてエネルギーがどこで消費されているかを見定め、改善の機会を得ることができます。

<役立つヒント>

■エネルギー消費量/コストを含む実験機器の在庫管理

■推奨策：夜間を通じて電源の入っている機器を調べるために夜間検査を行い、結果をその研究室を使用するスタッフ全員に配布する。

■保管されている化学薬品の在庫管理、使用期限以降の廃棄を実施する。

■冷凍庫に保管されているサンプルに所有者と名前と使用期限を書いて記録する。

■過度の熱を発生しやすい真空ポンプなどの二次的機器は特別に指定された部屋に保管する。

3. 実験機器等の省エネルギー対策

3.1 サーバー（計算機）理学部・理学研究科の事例

■空調設定温度 23℃の見直し⇒夏期：設定温度 26℃～設定温度 28℃の運用へ

設定温度 23℃から設定 1℃上昇につき、エアコンの室外機電力使用量 0.16kWh/℃（理学部省エネ WG 調査より）の削減

ただし、設定温度 28℃以上に設定すべきではない。

設定温度 30℃にした場合は、サーバー本体の電力増加も見られます。

（注：サーバーの温度条件には機器差もありますので注意）

以下に、理学部 H 棟サーバー室（24 m²、2014.7.11-8.22）の計測結果（図 3.1）を示します。（運用：室温設定 23℃、室外機の成績係数：冷房 COP2.2、暖房 COP3.0）

■室内温度設定 23℃：

サーバー電力 325Wh/m²・h に対し、空調機（室内機+室外機）使用電力は 175 Wh/m²・h を消費しました。これは、計測した空調機の性能が COP2 程度と低いため。

⇒空調機を最新機器に更新するか、サイバーメディアセンターに移設してサーバーを集約化することが有効と考えられます。

■外気変動分：23℃から外気温 1℃増につき、エアコン室外機電力使用量が 6Wh/m²・h・℃増加します。外気温 35℃以上では、サーバー電力、エアコン室外機共に、急激に電力使用量が増加することが分かります。

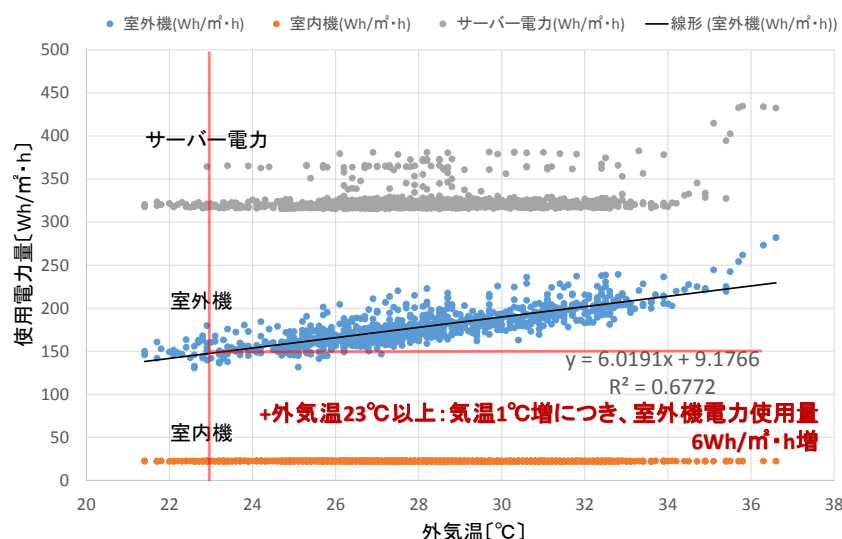


図 3.1 サーバー室における電力使用量（2014.7.11-8.22 理学部 H 棟サーバー室）

ここで、サーバー室における空調機の性能がすべて COP = 2（2001 年製造以前）と仮定した場合、キャンパス全体のベース電力のうち、サーバー電力およびサーバー用空調分が約 3 割と考えられます（図 3.2）。

夏期には外気変動分も発生するため、サーバー電力削減および空調機の更新、季節ごとの室内設定温度緩和（夏期：26℃、冬期：24℃）は、キャンパス全体の省エネに大きく貢献します。

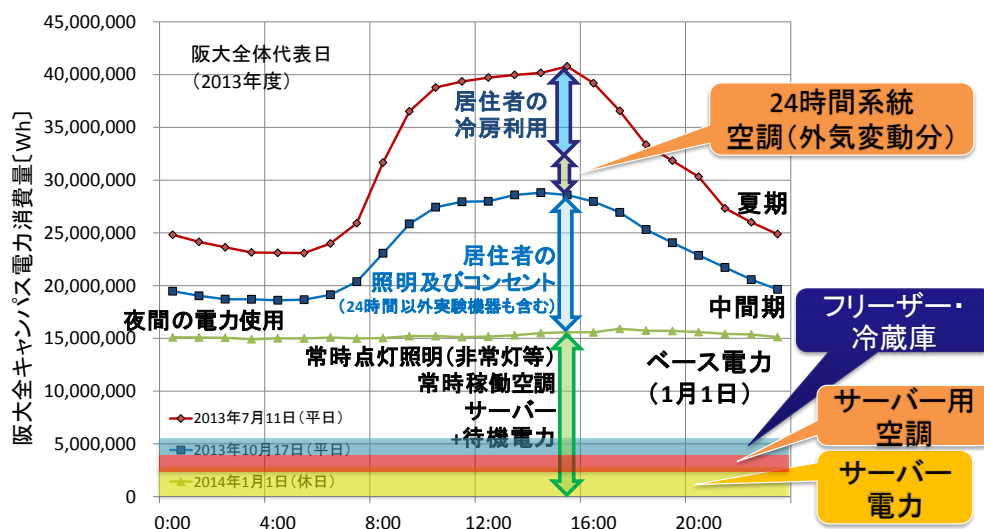


図 3.2 キャンパス全体におけるサーバー・フリーザー等の電力使用内訳（時刻別）

■名古屋大学におけるサーバー室の外気導入による省エネ

実施概要：小規模な改良を実施し、空調機を使用しない外気導入による冷却を実施
初期投資：730 千円

<着眼点>

- ・年間を通して空調は冷房運転
- ・冬期や中間期の夜間は、外気温が室温より低い
- ・サーバーと執務空間が区分されている

<工夫した点>

- ・給気側の粉塵（黄砂）対策として、食品加工会社で使用されているフィルターを設置。また、日射軽減のために遮熱フィルムを追加している。
- ・室温は、26℃で運用している。
- ・サーバーの排熱から近い位置で排気するためのダクトを室内に追加
- ・温湿度センサーを設置し、データ収集している。
- ・複雑な制御を行わないため、コストは抑えられる。

※事例の公開元：名古屋大学施設管理部のホームページ

http://web-honbu.jimu.nagoya-u.ac.jp/fmd/5skannrika/FM/h21em-kenkyukai/h21em_4kumazawa.pdf

■国立環境研究所地球温暖化研究棟スーパーコンピューター室における省エネ

実施概要：スーパーコンピューター本体のケーシングを取り外し、室内に家庭用扇風機を2台設置した。

<着眼点>

- ・スーパーコンピューター基盤付近の熱だまりが生じないようにした
- ・執務室とスーパーコンピューター室が区分されている
- ・発熱が多いため、室温は冬でも26℃程度になる

<工夫した点>

- ・室温は、夏期28℃の運用を行った。冬期も26℃程度で運用している。
- ・冬期は、湿度設定40%を下限として、静電気が発生しないように注意した。

■京都大学における大型計算機の効率化運転

実施概要：①計算処理需要と計算機稼働を一致させる

②高効率空調機の優先運転

③フリーアクセス開口部等冷氣漏れ防止

初期投資：①～③合計2,500千円、年間の電力低減量：553000kWh/年、

削減金額：8300千円/年、投資回収：0.3年

削減できた光熱費で古い空調機を撤去し高効率の空調機に更新した

詳細は URL 参照：

<http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/about/foundation/environment/saveenergy/shoene13.html>

<着眼点>

- ・計算機はノード単位で制御可能である
- ・設置年の違う空調機が混在している
- ・能力の違う空調機が混在している
- ・負荷変動に対応するための空調機の台数制御がある。
⇒台数制御がない場合は、制御を追加することで省エネルギーの可能性がある。

<工夫した点>

- ・待ちジョブに応じて運転するスケジューラを開発
- ・ジョブやノードの状態監視
- ・ジョブの割り付け
⇒実行するジョブの決定（優先順位付け）
⇒ジョブを実行可能なノードの探索
- ・ノードの起動/停止
- ・空調機の稼働順序を COP の高い順に優先的に運転するように台数制御を変更した。

■名古屋大学におけるパソコンの簡単な設定で省エネ

実施概要：不要時の省電力設定を活用する。

初期投資：不要

通常状態の実測値 30W のノートパソコンにおいて、以下の効果が得られた

- ・ モニタ電源を切る設定 22W
- ・ ハードディスク電源を切る設定 18W
- ・ システムスタンバイになる設定 1W

<着眼点>

- ・ スクリーンセ이버を利用している

<工夫した点>

- ・ パソコンの OS ごとに設定手順が異なるので、対応する手順書を作成した。
- ・ モニタ輝度（明るさ）も低減

■東京大学におけるサーバーの仮想化による集約

実施概要：複数台で対応していたサーバーを仮想化により集約化することで、約 60% の省エネ効果が得られます。ソフトウェアのインストール等、自前で改修を行ったため、1 年で投資回収します。詳細は URL 参照：<http://www.gutp.jp>

<着眼点>

- ・ サーバー負荷は少ないが、複数稼働している。

<工夫した点>

- ・ 見かけ上のサーバー 10 台に対し、ホストコンピューター 1 台に集約した。

■参考) ある情報科学系研究室の実測結果

(平成 23 年 7 月～平成 24 年 6 月までの 1 年間)

図 3.3 に月ごとの床面積当たりの電力消費量（生物科学系研究室との比較）を示します。情報科学系研究室ではオープンラボのコンセント、機器室の大型サーバーおよび空調のみを計測対象としました。なお、機器室の空調は EHP 床置形と EHP 天井カセット形が併設されていますが、EHP 天井カセット形については室内機のみ電力量が計測されています。また照明、換気、その他の室のコンセント・空調用途等は計測できていませんが、図より機器室を含めた研究室エリア全体の床面積を分母とした電力消費量原単位において、生物科学系研究室より大きな電力を消費していることが分かります。

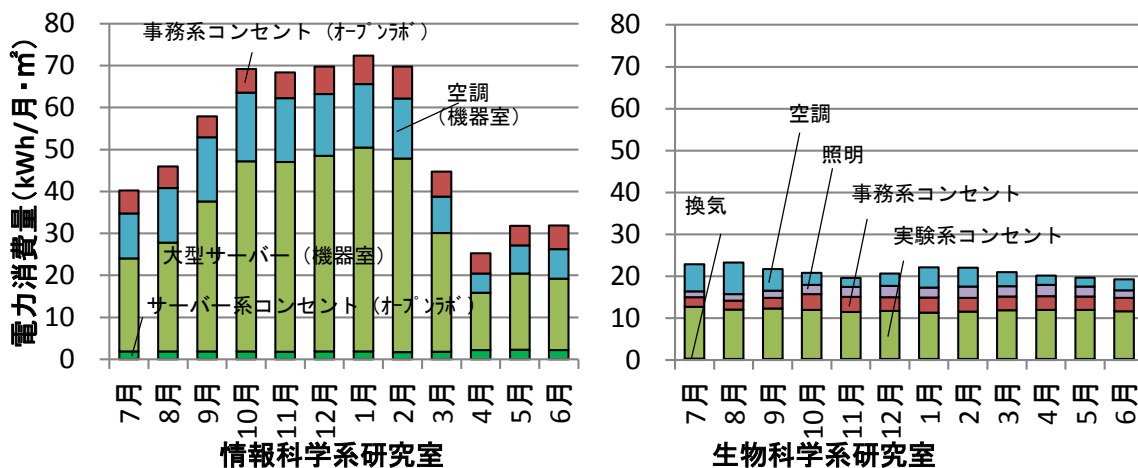


図 3.3 月ごとの電力消費量（生物科学系研究室との比較）

図 3.4 ではより詳細に負荷特性を把握するため、月ごとの時刻別平均電力消費を示します。大型サーバーの電力消費は時刻変動が小さいことが確認でき、大きな変動の主要因は研究室代表者へのヒアリングからサーバーを構成する演算装置の稼働台数の影響であることが分かりました。また大型サーバーに付随し空調も 24 時間の稼働が必要で、大型サーバー用電力消費に対する空調用電力消費の割合を算出すると、図 3.5 に示すように 0.28～0.56 程度（夏期ほどその値が高い）となっており、昼夜を問わず大きな空調用電力消費が存在することが確認できます。

大学内の理科系研究施設は、ベース電力量が大きく、サーバーとサーバー用空調の電力消費がそれを押し上げる要因の一つとして考えられます。

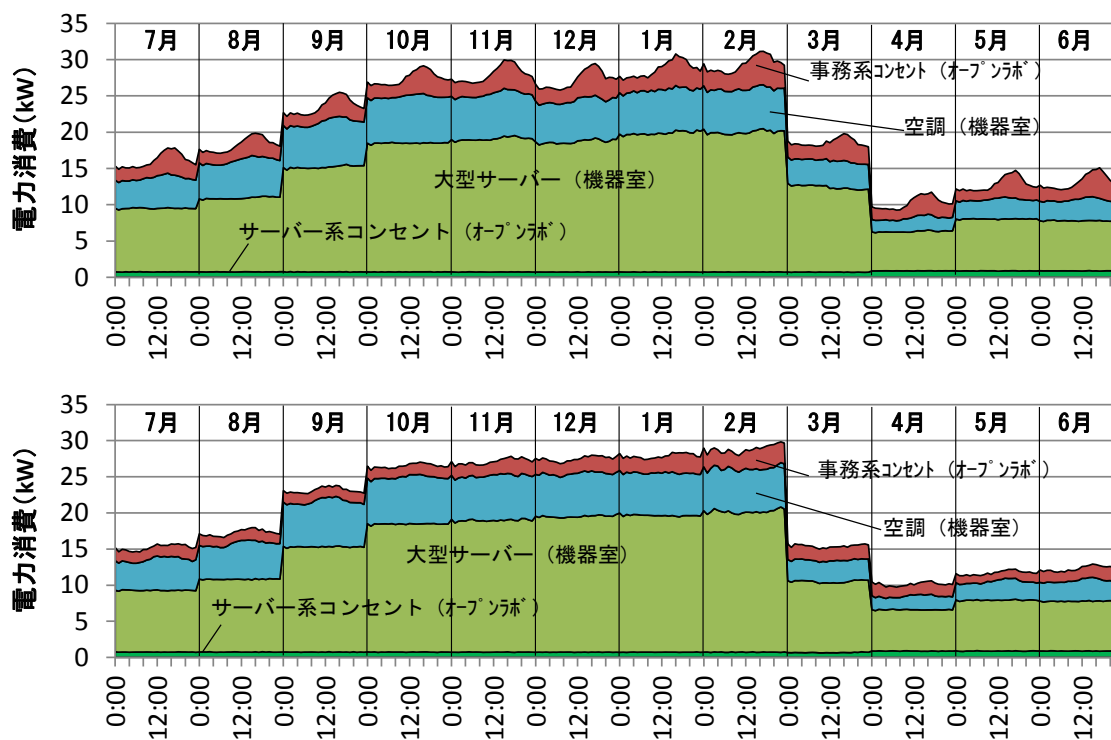


図 3.4 月ごとの時刻別平均電力消費（上：平日、下：休日）

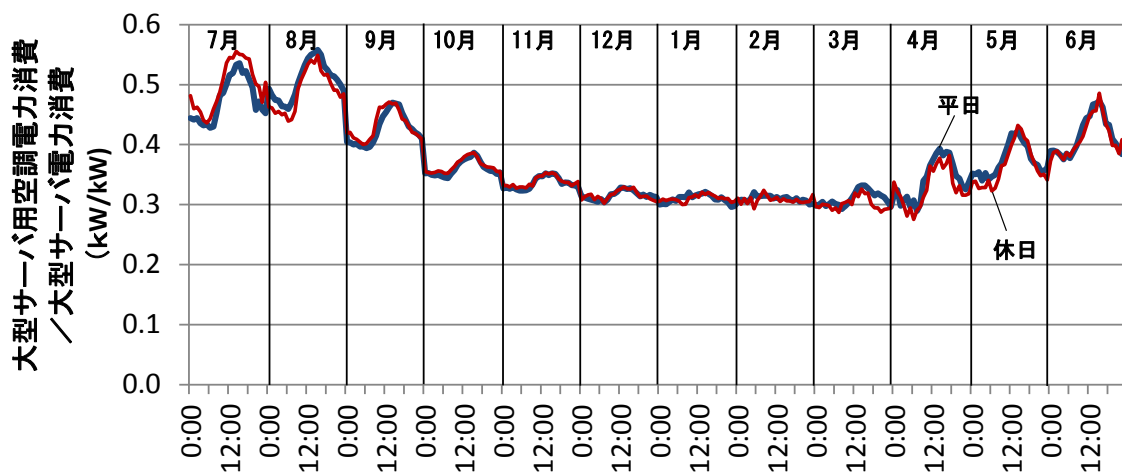


図 3.5 大型サーバー用電力消費に対する空調用電力消費の割合

3.2 フリーザー、冷蔵庫

実験機器には、冷蔵庫、フリーザー等の年間を通して電力が必要な機器が含まれます。そこで、設定温度変更による省エネ効果を、生物科学系研究室において実測を行いました。

各種冷蔵庫、フリーザーごとに、設定温度緩和に伴う省エネ効果が得られています（図 3.6）。今回の実測では、 -80°C 冷凍庫の設定を -75°C で運用した場合、1日の電力削減量 3 kWh と最も大きいことが分かります。

ただし、温度設定については内容物の特性を考慮し、研究者の適切な判断が必要です。

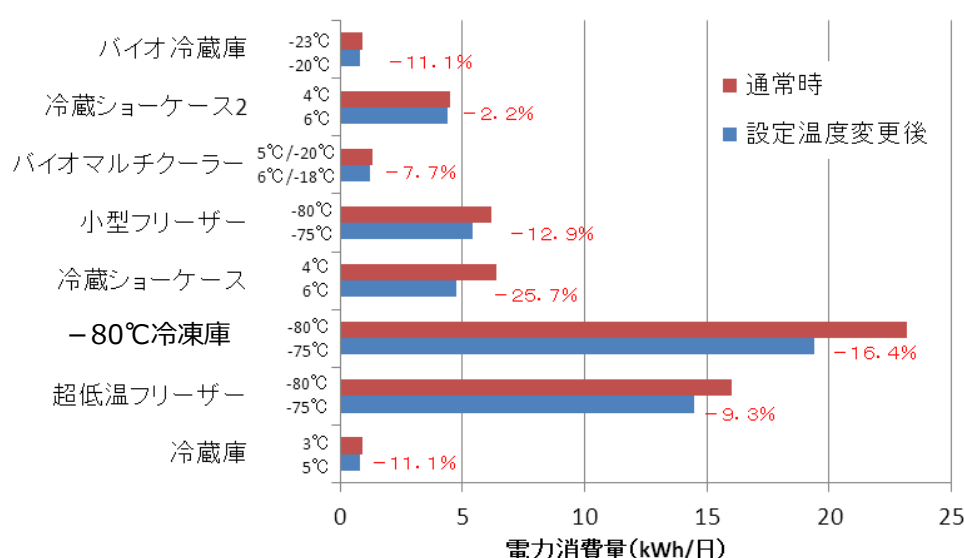


図 3.6 冷蔵庫・フリーザー等の設定温度変更による省エネ効果

※実測日：通常時 5/29・12:00～5/30・12:00 の 24 時間、

設定温度変更時 5/30・12:00～5/31・12:00 の 24 時間、使用実態が比較的近い条件下で測定

■コペンハーゲン大学における超低温冷蔵庫の購入

2013年、コペンハーゲン大学は、超低温冷凍庫（ -80°C ）の業者2社と環境に配慮した供給契約（機器などの導入・運用・管理に必要な全経費）を初めて行った。

契約は入札で決定：全体価格の三分の二に値するエネルギー消費を含む総所有コスト（Total Cost of Ownership-機器などの導入・運用・管理に必要な全経費）の最低ユニット価格を提示した業者を選択。

超低温冷凍庫の供給契約により4種類のサイズで年間50～100基の購入、4年間で合計200～400基の購入となる。これにより、市販の冷凍庫に比べて約30%の省エネが可能になります。関連情報は、コペンハーゲン大学から入手できます。

http://greencampus.ku.dk/green_results_and_indicators/

■名古屋大学におけるディープフリーザーの省エネルギー対策

実施概要：①フリーザー共有化
②フィルター等の定期的なメンテナンス
③フリーザーの設置間隔の確保

省エネ効果：設定温度5℃の緩和で、10%程度の消費電力を低減

<着眼点>

- ・スペースの有効利用が図れる（もう置き場所がない）
- ・同じ保存温度であればまとめることができる
- ・共有化によってフリーザー専門室（執務室と区分）とすることで外気導入による冷房を図ることができる
- ・メーカーの点検シールの有効活用

<工夫した点>

- ・フリーザーは、中を区画し、**各研究室の庫内スペースの配分割合が独占とならないように配慮**した。扉に使用者がわかるように表示（図 3.7）している。
- ・停電・故障時において室内温度を保つため、**液体炭酸ガスボンベによってバックアップ**している。
- ・**スペースの有効利用の点から実施したが、台数を減らせたことで省エネに繋がった。**
- ・共有化することにより、**フリーザー専用室において、外気導入による冷房を実施。**
- ・定期的な保守による故障防止を主な目的としているが、省エネルギー的にも有効である。
- ・メーカー作成による「**点検のお願い**」をドアに張り付けて、内容を周知した。
- ・**フリーザーの設置間隔（側面：300 mm、背面：500 mm、図 3.8）**は、風通しを良くして、熱交換後の排熱の再循環による効率低下を防いだ。



図 3.7 保管場所の割り当てを表示



図 3.8 フリーザーの背面の隙間（500 mm）

3.3 ドラフトチャンバー（局所排気装置）

大阪大学では、500箇所以上の部屋で化学物質を取り扱っています。

研究室の換気・空調システムは、1台のドラフトが1台の排風機（ファン）に1対1でつながれたものが一般的で、ドラフトの台数が増えると、排風機の台数が多くなり、また、必要以上に排気風量が増加するため、室内が極端な負圧になることや、空調が効かなくなるなどの問題が発生します。

- ・ **点検項目**：ドラフトチャンバーの前面扉は適正な風速（有機溶剤を使用する場合：フードの開口面で制御風速 0.4m/s 以上、特定化学物質の場合：0.5m/s 以上）が得られているかご確認ください。
- ・ **定期点検**：制御風速目視リボンを扉に貼り付け排気能力は十分あるか確認し、法定の自主検査を行い、記録を3年間保存ください。（安全管理の面から）

また、**実験操作していない時は、ドラフトチャンバーの前面扉を閉めてください。**その日の実験で使用しないドラフトチャンバーは電源を切り、電力使用量削減にご協力ください。

■ドラフトチャンバーを安全に閉めるには？

- ⇒化学品や化学品のごぼれがないチャンバーは全て閉めてよい。
- ⇒化学品や気化性液体・材料が入っておらず、安全衛生部によって認められていれば、学生の常備実験装置のあるチャンバーも閉めてよい。

◆適正な風速が得られない老朽化したドラフトチャンバーの利用は、研究者の健康を損なう危険があり大変危険です。

◆ドラフトチャンバーおよび空調機の更新時に、省エネルギー性の高い機器を購入してください。

■東京大学におけるドラフトチャンバー「導入ガイドライン」作成及び BEMS 導入

実施概要：省エネのための計画・設計・運用について、「導入ガイドライン」を作成した。また、ドラフトチャンバーの開閉状況や人感センサーにより変風量制御を行い、BEMS（研究室単位の電力可視化）を導入した。

初期投資：不明

年間の電力低減量：

風量低減によりファン動力 15%削減

風量低減に伴い、空調関連のエネルギーを最大 15%削減

<着眼点>

- ・扉開閉について、学生への指導が行き届いていない。
- ・送風機が、インバーターで制御されていない。

<工夫した点>

・新設のドラフトチャンバーを建物全体に設置して、中央管理方式にした。扉の開度感知するセンサー（二位置）と排気用送風機の制御に、変風量制御を導入した。

■名古屋大学における風量適正化による省エネ

実施概要：排気風量を扉の開度に応じて適正化するために、送風機電動機の制御にインバーターを追加して、送風用電力や空調負荷を低減する。

初期投資：50千円、**年間の電力低減量：**1,300kWh/年、

削減金額：17千円/年

投資回収年：3.0年

＜着眼点＞

- ・扉開度によらず一定の風量で運転している。
- ・送風機が、インバーターで制御されていない。
- ・扉を閉めると風速が早くなり風きり音がする。
- ・ドラフトチャンバーを使用すると空調の効きが悪くなる。

＜工夫した点＞

・既存ドラフトチャンバーに、**扉の開度を感知するセンサー（二位置）と排気用送風機の制御にインバーターを追加した。**制御配線はドラフトチャンバーと屋上にあるファン制御盤までの既存配線の空きを利用している。

- ・風量は2段階で可変し、対策前の商用60Hzに対して、扉の通常開放時：50Hz、小開放時：25Hzに設定している。
- ・使用者が省エネルギーを意識できるように、風量が減少する位置にくると節電表示が点灯する。また、使用者には、使い方を数回指導している。それ以後は、全開放はなくなり適切な扉開度で使用されている。
- ・インバーター方式の風量調整では、必要風量に合わせて、モータの回転数を下げるために、回転数の3乗に比例して軸動力の低減による大幅な省エネルギー運転が可能となる。
- ・排気量減少に伴う外気導入分の空調負荷の低減効果も得られる。

■九州大学における安全・効率的な実験排気システムの計画

実施概要：新キャンパス移動時にVAV（可変風量）システムのドラフトチャンバーを設置。詳細はURL参照：社団法人日本化学会の「化学と工業」Vol.59-No.2 2006年2月号 <http://chemistry.or.jp>

初期投資：100,000千円（投資の差額）

年間の電力低減量：1,465,302kWh/年、**ガスの低減量：**73,618Nm³

削減金額：23,000千円/年、**投資回収年：**4.3年（計画時の推計値）

- ・排風機の最大風量の仕様は、つながれたドラフトの60%程度の風量で設定
- ・不必要な排気防止に伴い、温湿度コントロールが必要な給気も最小限に抑える。

＜着眼点＞

- ・棟単位でドラフトの使用台数が多い。
- ・建物や実験室の扉の開閉に支障がでるほどの極端な負圧になっている。
- ・排風機がインバーターで制御されていない。
- ・ドラフトチャンバーを使用すると、空調の効きが悪くなる。

＜工夫した点＞

- ・各ドラフトの信号をファンコントローラが集計し、全体として労働安全衛生法の基準に必要な最小限風量を確保できるように、排風機をインバーターで調整する。
- ・サッシの開閉の状態で、2段階の風量調整が可能な2段階型と、サッシの開口高さがどの位置でも面速を一定に保つ連続型がある。（初期投資は少し多いが、ランニングコストの削減、稼働率の確保の両面から連続型を採用）
- ・ドラフトの開口長さの合計が6,600 mm以上の室だけにVAVエアコンを導入した。
- ・真夏のピーク時に室温28℃を確保できる仕様とした。
- ・ドラフトから放出される物質の多くが有機物であることから、屋上の排風機の直後に乾式スクラバーを設置した。湿式スクラバーは、研究室に1台程度導入し、酸を主に使用するドラフトの上に設置した。スクラバーの設置で、圧力損失が発生し、その分能力の大きい排風機が必要になることから、ハニカム構造を持った低圧損失活性炭フィルターを導入した。

＞＞ 保管されている化学品を正確に把握することは、化学品の最適な利用のために不可欠である。

■冷蔵庫に不要で使わなくなったサンプルがあるかどうかを知るには？

- ⇒研究者や研究室職員に自分のサンプルを記録し使用期限を記入させる。
- ⇒記録簿にないサンプルは一定の期間が過ぎたら研究室職員が破棄し、利用者全員に通知する。

3.4 恒温恒湿室

実施概要：恒温恒湿室（室内温度・湿度一定）の必要性を精査し、空調制御の設定範囲を可能な限り緩和することで、空調機を効率的に運転する。

＜着眼点＞

- ・常に恒温恒湿運転をしている。
- ・結露防止のために恒湿運転している。
- ・電力使用量が多い。

＜工夫した点＞

- ・恒温恒湿室の省エネルギー方針を策定する。

1. 湿度調整が本当に必要か検討する。

湿度調整機能を稼働させると、湿度調整なし（湿度成り行き）に比べ格段に電力使用量が増加する。単に結露防止のためなら恒湿機能を使わなくても設定温度の変更だけで回避できる場合が多い。

2. 湿度調整運転は、冬期・夏期に関わらず温度を低めに設定した方が、電力消費量が少ない。

<注意点>

- ・ 相対湿度が一定の制御で温度を高くすると、加湿量が多くなる。
- ・ 除湿のみでも、設定温度が高いほど除湿後の加熱のための熱量が多くなる。

⇒効率的な設定温度を探し出すためには、試行錯誤が必要となる。

■京都大学環境エネルギー管理情報サイト

詳細URL参照：<http://www.eco.kyoto-u.ac.jp/>

3.5 実験室における省エネ効果の試算（生物科学系研究室）

■節電対策前（節電後の実測結果をもとに推計）

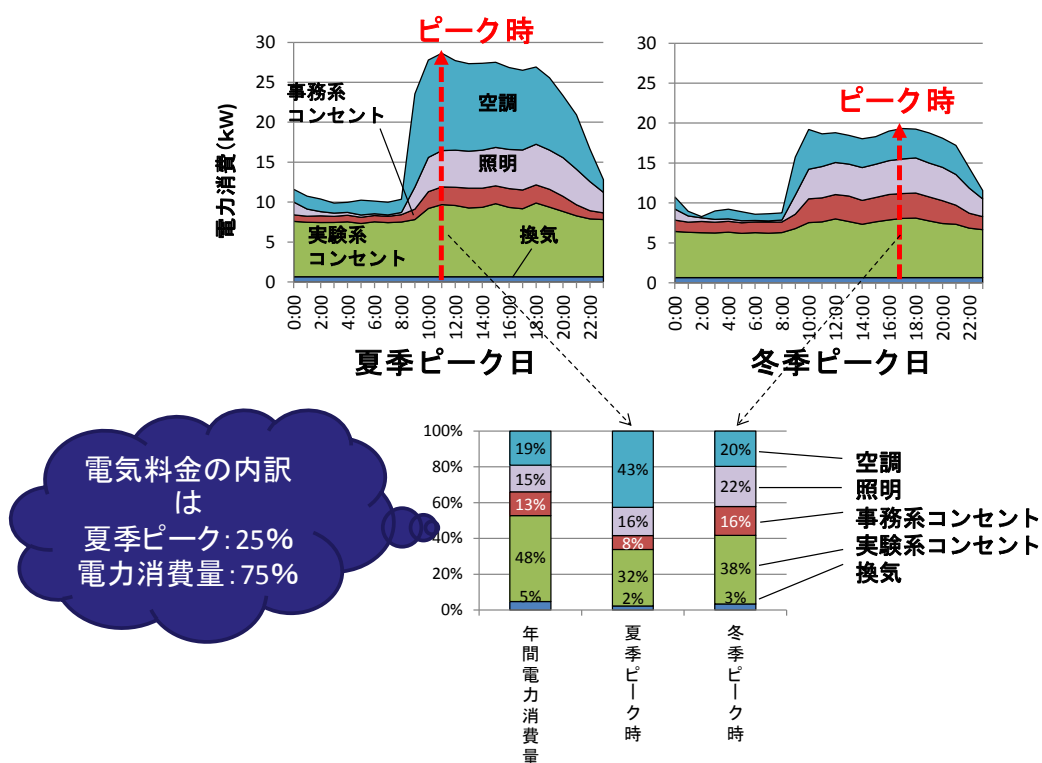


図 3.9 夏季・冬季ピーク時における電力消費内訳

■実測結果(節電対策後)

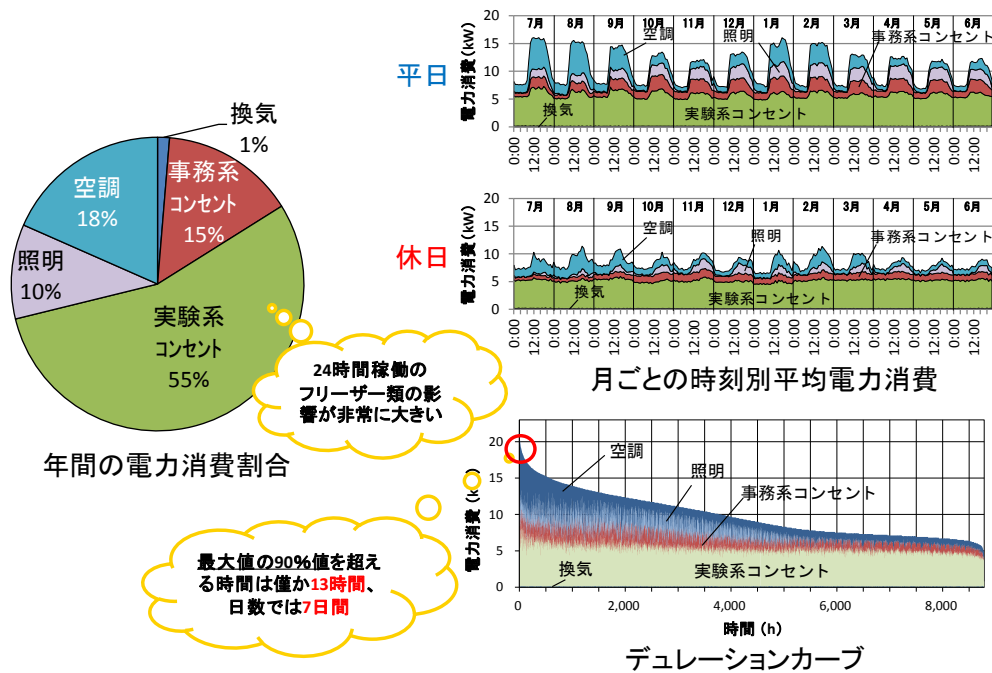


図 3.10 月ごとの時刻別平均電力消費(平日・休日)

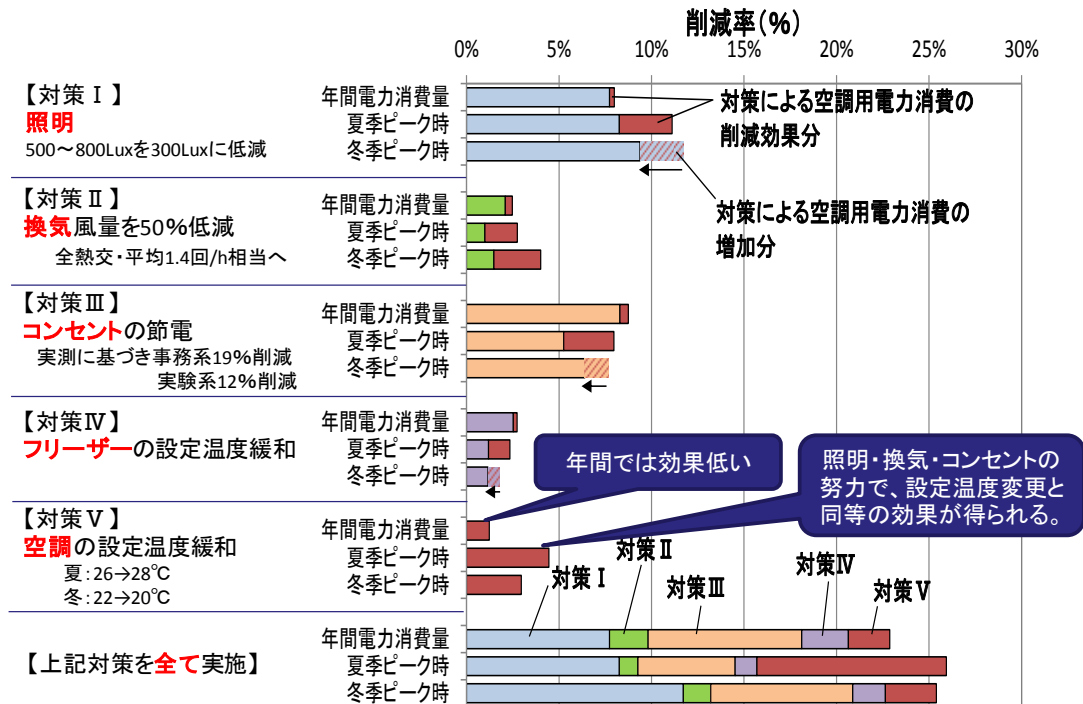


図 3.11 対策ごとの年間電力消費量の削減率

照明を低照度へ、換気風量を50%減、コンセントの節電、フリーザーの設定温度緩和、空調の設定温度緩和を、すべて実施すると仮定すると**年間電力使用量2割強の削減**が見込まれ、対象研究室では実際にそれを達成しています。

4. 大阪大学における省エネルギー対策の取り組み

大阪大学では、大学の省エネルギー・温室効果ガスの排出抑制を推進するとともに、エネルギーの統括的な管理をおこなうことを目的とし、理事（副学長）を部長とする組織として環境・エネルギー管理部を2011年6月に設立しています。同部は、環境イノベーションデザインセンター（CEIDS）低炭素キャンパス推進部門、施設部との連携により、様々な活動をおこなって来ました。以下では、その活動成果を中心に、この数年の大阪大学の省エネルギー対策の取り組みと成果について紹介します。

4.1 大学のエネルギー消費実態と建物の分類

大阪大学では、一次エネルギー消費量の約85%を占める電力消費に関し、2011年6月中旬より、主要3キャンパスの全建物（計246箇所）について30分単位で電力消費量を計測し、リアルタイムに閲覧できるシステム（以下、電力可視化システム）を導入しました。これを用いた分析、都市ガスも含めたエネルギー消費全体に対する分析より、キャンパスの建物は、エネルギー消費原単位や電力のロードカーブ形状から、カテゴリⅠ：文科系施設、カテゴリⅡ：理科系施設、カテゴリⅢ：大規模施設（病院、レーザー・核物理研究施設、計算機センター）の3つに明確に区分され、それぞれのカテゴリ毎に適切な対策を取るべきことが分かりました。（図4.1）

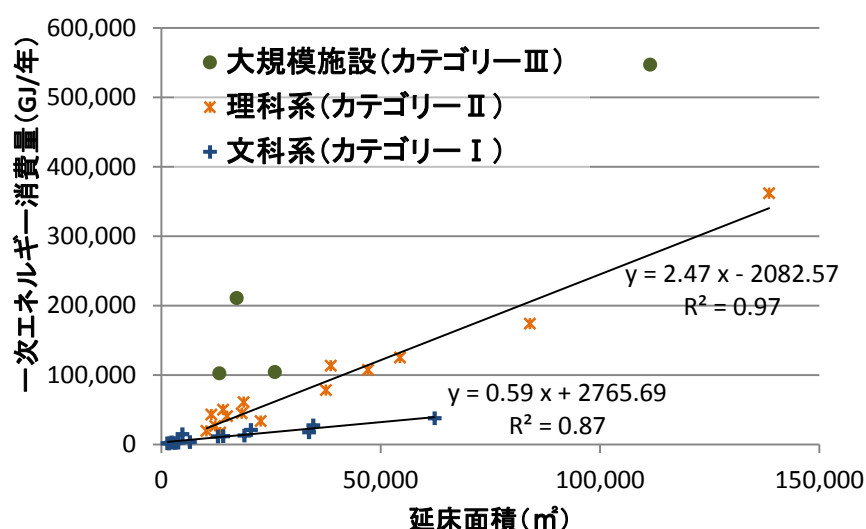


図 4.1 部局毎エネルギー消費と床面積の関係

4.2 カテゴリーⅠ（文科系施設）における取り組み

カテゴリーⅠについては一般的なオフィスビルと同様、建物自体の省エネルギー性能を高めることが重要です。本学では2011年、創立80周年記念事業の一環として、大学のシンボル建物である「大阪大学会館」の改修を実施しましたが、その際、国の登録有形文化財建造物としての外観保全に配慮しつつ、窓の二重ガラス化等建物の断熱性能の強化、LED照明をはじめとする高効率設備機器の導入など、徹底した省エネルギー技術の導入に加え、太陽光発電パネルを約128kW設置するなど、ゼロ・エネルギー・ビルを目指した省エネルギー改修を実施しました。

4.3 カテゴリーⅡ（理科系施設）における取り組み

カテゴリーⅡについては、実験研究施設・装置のエネルギー消費、特に年間を通じて常時エネルギーを消費する機器のエネルギー消費が大きな割合を占めます。

そこで、前述の全学の電力可視化システムに加え、環境イノベーションデザインセンター（CEIDS）で独自に特定の研究室のコンセント単位のエネルギー消費を計測し、また研究室の協力を得て各機器の省エネ運用を図った場合の削減量を調べた上で、シミュレーションプログラムにより、機器からの発熱の減少に伴う冷暖房エネルギー消費の変化も含めた、各種対策のエネルギー消費に及ぼす影響の定量化をおこないました。同時に、キャンパス内全部局のエネルギー消費機器保有状況に関する調査を実施し、電力消費ロードカーブから機器エネルギー消費量および冷暖房エネルギー消費量をシミュレーションにより分離する手法の開発により、部局毎・建物毎のエネルギー消費の機器毎の内訳の推計をおこなう手法を確立しました。**今後、これらの情報を活用して、具体的なエネルギー削減の取り組みを実施することが求められており、この「省エネルギーの手引き」はその一環として位置づけられるものです。**

4.4 カテゴリーⅢ（大規模施設）における取り組み

カテゴリーⅢについては、各施設が持つ大型の冷暖房プラントのエネルギー消費が大きいことに着目し、ESCO事業による省エネルギー推進を計画しました。実際に核物理研究センター、レーザーエネルギー学研究センター、医学部附属病院について事業者公募によるESCO事業が実施され、全学のおよそ1割の省エネルギーに貢献しています。またサイバーメディアセンターのITコア棟も2014年に竣工し、カテゴリーⅢについては大きな進展がありました。

4.5 これまでにおける省エネルギー対策と効果

これらの活動により、大学の全構成員の協力を得て着実に省エネルギーを実現し、延床面積が増加する中、2014年度の主要3キャンパスのエネルギー消費量を2010年度比で原油換算7,716kL/年削減（11.8%減）、床面積あたりのエネルギー消費量を18.6%削減することに成功しました（図4.2）。

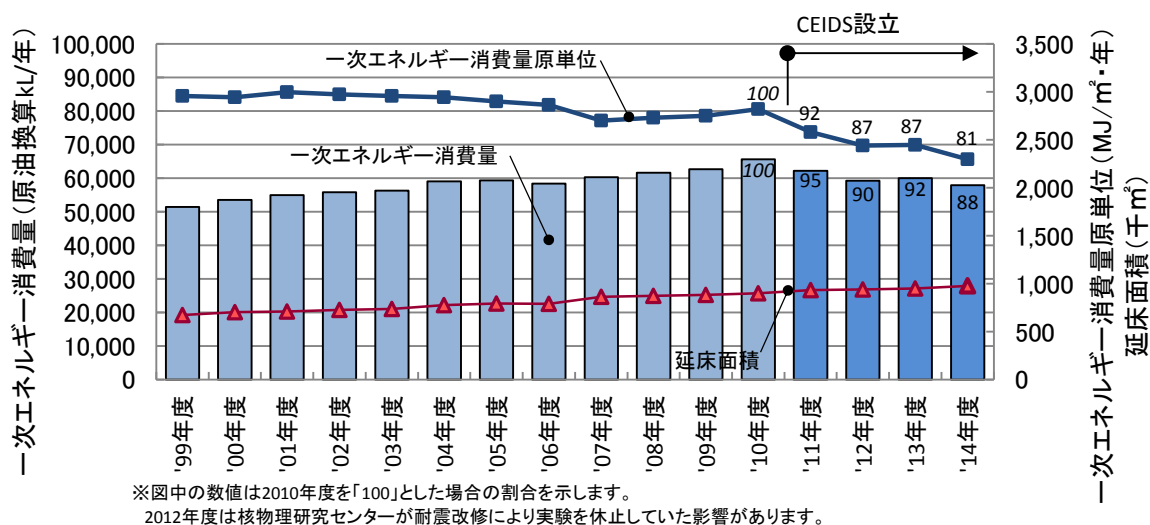


図 4.2 大阪大学におけるエネルギー消費の推移

謝辞：

2012年実験機器等の機器調査にご協力いただきました皆様には、お忙しいところご協力いただき誠にありがとうございました。

また、短期エネルギー計測にご協力いただいた生物科学系施設、情報科学系施設の関係者の方々にもこの場をお借りしまして御礼申し上げます。

理学部省エネWGより提供いただいたサーバー室の計測データを利用させていただきました。理学部省エネWGにおける実験装置の運用にまで踏み込んだ省エネ行動は、全学の省エネ行動を後押しするものであり、多大なご努力に敬意を示します。

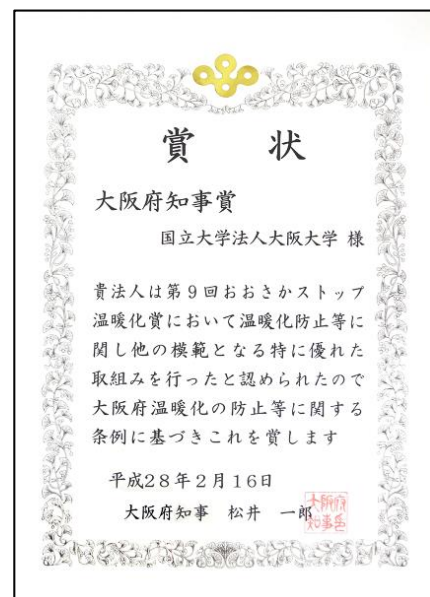
最後に、全構成員のみなさまに対して、日頃の省エネルギーへのご協力に感謝申し上げます。今後とも節電・省エネルギー対策へのご理解を賜りますようお願い申し上げます。

これら一連の成果に対して、大阪大学として次のような表彰を受けています。

- ・ 一般財団法人省エネルギーセンター 平成27年度省エネ大賞
資源エネルギー庁長官賞



- ・ 大阪府 平成27年度おおさかストップ温暖化賞大阪府知事賞
- ・ CAS-Net JAPAN (2015年)
第1回サステナブルキャンパス賞奨励賞



- ・ 第23回 BELCA 賞 (ベストリフォーム部門) (大阪大学会館の改修全般に対して)

大学のためのグリーンガイド（IARUサステナビリティへの道）

一環境に配慮した大学を目指してー より抜粋

http://www.tscp.u-tokyo.ac.jp/documents/GREENGUIDEFORUNIVERSITIES_000.pdf

>> サステイナブルキャンパスの組織

キャンパスサステナビリティ構想の取り組みは一つだけではない。
それをどのように構成するかによって大学の成功と社会の計画への関与を導くのである

>> 全学における運営

キャンパスを、よりサステイナブルな生活環境と職場にすべきという教訓を伝える教室と見なすべきである

>> 建築物

平均的に私達は人生の約 70%を屋内で過ごしている

>> 研究室

実験室の運営にかかわるエネルギーコストについて知識を提供することは実験室の利用者に、よりエネルギー効率の高い行動をとるモチベーションを与える

>> グリーン購買運動

グリーン購買は、環境におけるリーダーシップを証明する機会を与えている

>> 輸送

輸送は大学のカーボン排出量の大きなそして増加する部分を占めている

>> コミュニケーション

確実で、明確、そして一貫性のある主張で伝えれば信頼を築き、チームとネットワークを作ることができる

>> 職員と学生の関わり

指導者は熱心な人材をキャンパス内の多岐にわたるポジションに配置し、意義のある仕事の機会を提供する必要がある

>> サステイナブル社会との触媒としての大学

サステナビリティの分野で指導力を発揮する大学は、エネルギー効率の計測だけをしているわけではない。地域社会との連携を行っている。