

## 「構造解析に基づく省エネ」の検討

○ 伊藤 裕二 ((株)日本アジルテック)

Energy Saving based on the Structural Analysis

ITO yuji (Japan Agiletech Co.,Ltd.)

キーワード：省エネ, 環境負荷, CO<sub>2</sub>排出量, 構造解析

### 1. はじめに

2011年3月の東日本大震災後、様々な分野で省エネへの取り組みが行われた。電力不足への緊急対応的な取り組みが一巡した後、通常の設定のメンテナンス時に省エネ設備への交換や新規導入を勧められることがある。

それは最新の省エネ設備であることが多いが、総合的な視点で効果的な省エネになるのだろうか？

今回、設備提供側ではなく設備利用側の視点から省エネについて検討を行った。

まず、省エネの目的は何か？

- ・環境負荷低減=CO<sub>2</sub>排出量の削減？
- ・エネルギーコストの削減？

いずれにしても全体的な環境負荷やエネルギーコストの把握をまず行うべきと考える。そうでないと、大きな労力や費用を費やしたにも関わらず、たいした効果が得られないことがあるからだ。

### 2. 環境負荷量やエネルギーコストの構造の見える化

#### 2.1 省エネの目的と評価単位系

省エネの目的により使用する評価単位系が異なる。使用する評価単位系により結果が変わる例を家庭の省エネで示す。

筆者の自宅では2005年2月に京都議定書発効に合わせてオール電化と3kWのソーラー発電を導入し様々な省エネ策を打った結果、ソーラー発電導入初年度(2005年度)に対しその後の10年で消費電力を半減することができた。(図1)

主な省エネ策としては、

- ・全ての戸・窓の断熱化(ペアガラス化等)
- ・照明や冷蔵庫等の電気製品の省エネ製品への交換
- ・エコキュートの運用改善
- ・こまめな省エネ

などだが、3人の子供の自立による家族構成の変化も大きいと考えている。細かな測定を行っていないため各施策の詳細な省エネ効果は不明だ。

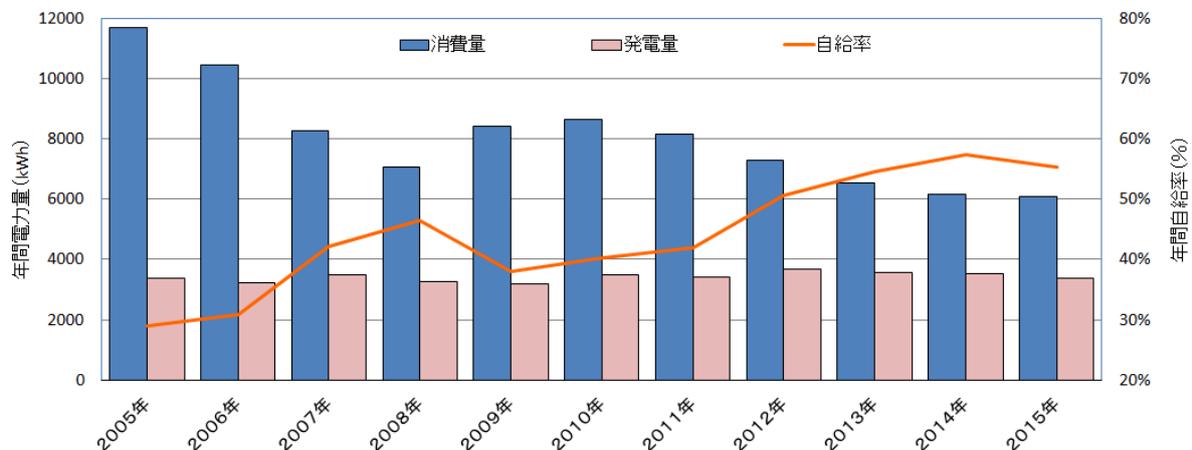


図1 電力消費量と発電量

ちなみにソーラー発電による発電量を自給エネルギーと見ると、エネルギー自給率は2004年のソーラー発電導入前の0%から最近では55%程度に上がっている。

ソーラー発電導入前は都市ガスも併用していたため、都市ガスと電力を合わせた省エネ効果を評価する場合、すなわち異なるエネルギー源を統合して評価するにはCO<sub>2</sub>排出量やエネルギーコストで評価することになる。

以下にCO<sub>2</sub>排出量とエネルギーコストでの評価の例を示す。

ソーラー発電導入前（2004年度）の都市ガスと電力の使用によるCO<sub>2</sub>排出量\*1が、最近（2005年度）では約1/3以下に減らすことができている。（図2）

\*1：それぞれの年の東京電力や東京ガスのCO<sub>2</sub>原単位を使用

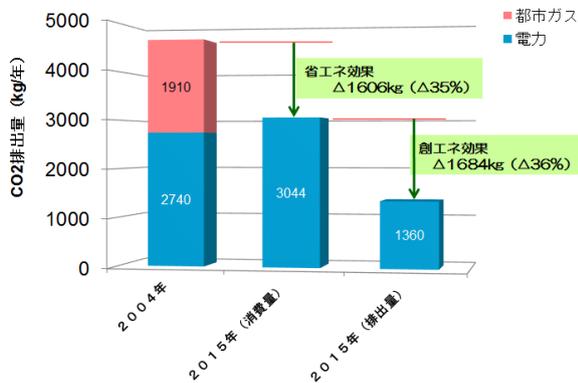


図2 CO<sub>2</sub>排出量削減効果

これは、省エネ効果による消費エネルギー（消費電力）の削減に加え、ソーラー発電の創エネ効果によるキャンセル分が上乗せされたためである。ソーラー発電による発電量はその年の天候に依存するがほぼ年間3,400kWhのため、残りは省エネ効果になる。

一方エネルギーコストは買電料と売電料との差額になるが、エネルギーコスト削減に向けては全体的な省エネ策に加えてダイナミックプライシング(DP)\*2に対応した電力使用時間のシフトを行った効果も大きいと考えている。

さらに2011年7月からの「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」で売電単価が上がった（¥28/kWh → ¥48/kWh）ため、ソーラー発電導入前に年間30万円近くあった光熱費（電力+都市ガス）が現在では年間マイナス数千円（電力会社への売電料金の超過）とな

っている。（表1）

このためコスト面で見ると、これ以上の省エネ策にコストをかけるより年間10万円を超える水道代のほうが問題となっている。

\*2：電気料金単価を季節別・時間帯別に変化させることで、需要家の行動を誘導する仕組み。我が家では電化上手（季節別時間帯別電灯）を利用。

表1 省エネとソーラー発電導入効果

項目	Before (2004年)	Now (2015年)	効果
年間CO <sub>2</sub> 排出量	4,650kg	1,360kg	△3,290kg
年間料金	270.8千円	△6.7千円	△277.5千円
年間エネルギー自給率	0%	55%	+55%

しかしCO<sub>2</sub>排出量では導入前の年間4,650kg-CO<sub>2</sub>が1,360kg-CO<sub>2</sub>に減ってはいるものの0になっているわけではなく、エネルギー自給率もまだ55%でしかない。ZEH（ネットゼロ・エネルギーハウス）には程遠い。さらに今後売電価格の変更も考えられる。

したがって今後何を目的とした対策を行うのかの設定が重要となる。

## 2.2 全体構造の把握

次にエネルギー使用量の全体構造の把握について、オフィスの省エネを例に述べる。

オフィスでは、何台ものサーバーのあるオフィスやサーバーールームのあるビルで、こまめな消灯や大規模な空調設備の交換がどの程度の効果があるのか？

何台ものサーバーのあるオフィスやサーバーールームのあるビルでは、サーバーやサーバーールームの年間消費電力が大きな割合を占めることが多い。

図3は従業員が約300人のオフィスの平均月間消費電力構造を示した例だ。このオフィスのあるビルはセントラル空調で、空調に関する自主的取組が直接効果として反映されないため空調については評価対象外とした。

居室では熱心に省エネを行っていたがサーバーールームは手つかずであった。その結果24時間稼働のサーバー類が大きな消費電力となっており、さらにサーバー類を冷やすための個別空調の消費電力も大きかった。

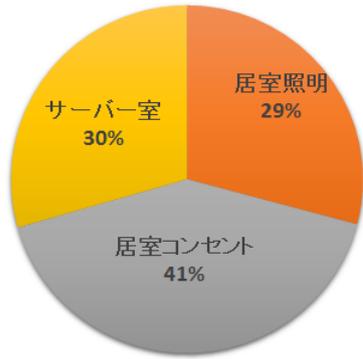


図3 サーバー室のあるオフィスの消費電力例

いきなり空調の省エネ、照明の省エネではなく、まず全体構造をつかみ、対策可能な項目を抽出し、それが何%削減できると全体に占める削減効果はどの程度になるのか、をきちんと見極めてから対策を実施すべきではないだろうか。

まずは、一定期間のエネルギー使用量やエネルギーコストの構造を見える化し(図4)、何がどのくらい消費されているのかを可視化し、そこから有効かつ効果的な対策を講じることで、効率的な環境負荷やエネルギーコストの削減につなげることが重要と考える。

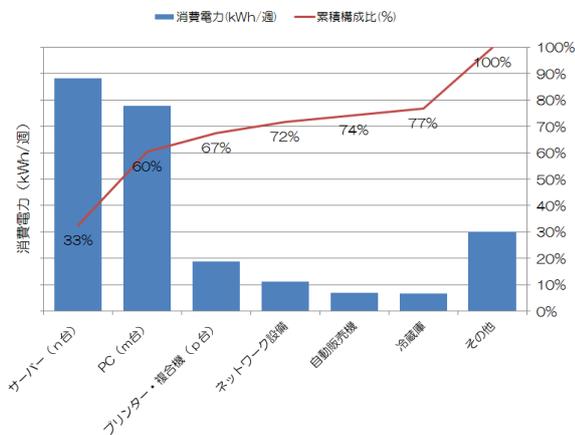


図4 一か月の電力使用量の内訳例

### 3. 環境負荷量やエネルギーコストの構造の解析

では、どのように環境負荷やエネルギーコストの構造を把握すればいいか?

そのためにどのような測定を行うか?

稼働時の消費電力が大きくても短時間しか稼働しない設備より、稼働時の消費電力が小さくても長時間稼働

する設備、あるいは台数の多い機器の方が累積消費電力が大きいことがある。

設備設計・施工側はビルの様々な設備が正常に稼働することを目的としたリアルタイムでの稼働状況監視に重点を置くことが多い。

一方、省エネの観点では一週間、一か月、一年等の一定期間の累積値が問題となる。そしてそれをビルの利用者側の視点で空間、用途、時間の組み合わせで解析することが必要だ。なぜならエネルギー使用者はビル内の空間をどのように区切って使っているか、それぞれの空間内の用途別のエネルギー使用はどうか、さらにそれらの時間軸上の変化はどうか、が省エネ策を考える上のキーとなるからだ。

また、設備設計・施工側はエネルギー使用の監視をビルの設計・施工上の都合で見る傾向がある。例えば壁のコンセントと床下からのコンセントは電力供給ルートが異なるため別々に監視することが多いが、利用者から見たら単に接続位置が異なるだけで用途は同じだ。同様にセントラル空調と後付の個別空調がある部屋では、空調とコンセントに分類されることがあるが、利用者から見たらその空間を冷やす(あるいは温める)という用途は同じで単に設備が異なるだけである。

当然のことながら、エネルギーを消費する目的はエネルギー消費が必要な用途があるからであり、したがって利用目的別(用途別)にエネルギー消費構造を解析し管理することが必要だ。

言い換えると、省エネ対策はエネルギー利用方法を最適化することに他ならないからだ。

### 4. 環境負荷量やエネルギーコストの構造解析による効率的な省エネ

通常は、消費電力量の大きい部分、大きな効果が見込める対策、低コストでやりやすい対策などから行うのが常道だ。その第1ステップとしては1年間の全体のエネルギー消費量の構造を把握することだ。しかし1年間の測定の後に対策を検討するのでは時間がかかりすぎる。

筆者らは、2週間ほどの測定で年間の環境負荷やエネルギーコストの構造を推計する手法を導き出した。それは一定期間のエネルギー消費量やエネルギーコストに季節変動パターンを加味して構造を導くもの。それにより

年間のエネルギー消費量やエネルギーコストを、何がどのように積みあがっているのかをパレート図や円グラフ等で示すことができる。

そしてこの構造解析結果を単に見せる“見える化”だけではなく、問題点、対策、効果の“見える化”まで段階を追って4段階に示すことを行った(図5) [1]。単にデータを表示して見せても省エネ行動には結び付きにくい。効果予測を示した対策案は、その利用者(従業員)への納得性や高い取組み意識も得られ、大きな効果が得られ、省エネ関連のいくつかの賞を受賞することができた。[2][3]

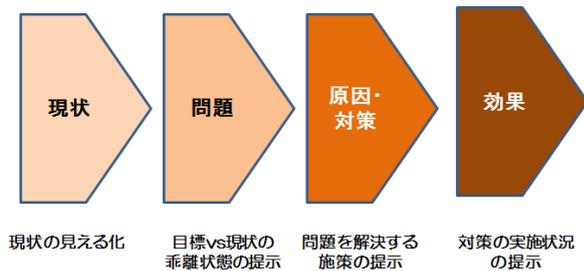


図5 4段階の見える化

一方、大きなビルや大学キャンパスのような様々な設備があり対策も多様な場合や、それぞれの対策に大きな投資が要求されるような場合、どの省エネ対策から手を付けるべきか判断に迷うことがある。このような場面に對し、“投資と効果”で評価する方法が考えられる。その例として、東大TSCP(東京大学サステナブルキャンパスプロジェクト)で行った投資回収期間による優先度付けの方法が参考になる。(表2) [4]

表2 投資回収評価の例

対策項目	削減効果	投資	投資回収年数
A	***	**	0.7
B	***	**	2.3
C	***	**	2.8
D	***	**	4.3
E	***	**	8.7

つまり機器の交換などに要する投資と省エネ効果によるコスト削減効果から“投資回収期間”を導き、この投資回収期間が短い施策を投資効率がよいとして対策の優先度を考える。この結果にCO<sub>2</sub>削減効果などの投資回収期間以外の要素を加味して最終的な優先度を決定することになるだろうが、納得性が高い手法と言える。

いづれにしても常に“全体”のエネルギー使用量やエネルギーコストの構造を押さえた評価に基づいて、効率的な省エネ策を講じることが重要と考える。

## 5. おわりに

部分的な改善策や場当たりの対策では結局効率的な省エネができないことが多い。そこで全体の構造解析による可視化を行い、考えられる対策と効果を見積もり、有効かつ効果的な対策から手を付けていくという手法を説明した。

筆者らは上述したように、このような手法によりビル全体の大きな省エネ効果を導くことができた。これらの例を参考に、より効率的かつ効果的な省エネ活動が行われることを期待したい。

## 参考文献

- 1) 伊藤裕二, 松井治樹, 都甲篤史, 川本真司: エネルギー使用量の見える化システムの開発, 第25回人工知能学会全国大会 (2011)
- 2) 川本真司, 松井治樹, 都甲篤史, 伊藤裕二: 自立分析型エネルギー使用量見える化システム「EneEyes」, 富士ゼロックステクニカルレポート, No.21, pp.4-12 (2012)
- 3) 伊藤裕二, 川本真司, 柴田博仁: オフィスでの働き方の変革による環境負荷削減効果の見積もりに関する考察, 人工知能学会誌 Vol.28 No.4 (2013)
- 4) 迫田一昭, 河野匡志, 花木啓祐, 野城智也, 磯部雅彦: 東京大学におけるサステナブルキャンパス活動, 日本建築学会技術報告集 第15巻 第30号, pp.611-614 (2009)