

電力監視システム導入による 八戸工業大学における電力の「見える化」

花田 一磨[†]・伊藤 幸雄^{††}・野田 英彦^{†††}・川又 憲^{*}・柴田 幸司[†]・小玉 成人^{**}・徐 明衍^{***}

A Visualization of Electric Usage Introduced by An Energy Management System for Hachinohe Institute of Technology

Kazuma HANADA[†], Yukio ITO^{††}, Hidehiko NODA^{†††}, Ken KAWAMATA^{*}, Kouji SHIBATA[†],

Naruhito KODAMA^{**}, and Jo MEIHOU^{***}

ABSTRACT

As a visualization of energy usage plays an important role upon conserve energy, the energy management system was introduced to Hachinohe Institute of Technology in December 2009. Accordingly, it came to be able to browse the electric demand of the institute by installing a special software on a personal computer.

In this paper, first, the outline of the visualization by introducing energy management system is introduced. And, the actual conditions of the electric demand of Hachinohe Institute of Technology are explained in detail. Also, the electric demand in each building in the campus is analyzed.

Key Words: Hachinohe Institute of Technology, visualization, energy management system, energy saving

キーワード: 八戸工業大学、見える化、電力監視システム、省エネルギー

1. はじめに

地球温暖化防止やエネルギー・資源の持続性に関して省エネルギーは最重要課題であり、八戸工業大学においてもこれまで以上にこの課題

の解決が求められている。省エネルギーを効果的に行うには、エネルギー使用状況の把握、すなわち電力の「見える化」が第一歩である。八戸工業大学ではこれまでも電力監視システムを導入していたが、落雷による停電の影響でこのシステムが故障し、ここ数年間はシステムが停止していた。

このような状況の中、2009年にエネルギーの使用の合理化に関する法律（省エネ法）が改正され、学校法人八戸工業大学が特定事業者の指定を受けることとなった。八戸工業大学環境保全委員会において電力監視システムの復旧とそれによる電力の「見える化」の必要性について意見が出され、2009年12月末に既存の計測器を活用

平成 23 年 1 月 14 日受理

† 工学部電気電子システム学科・講師

†† 工学部バイオ環境工学科・教授

††† 工学部機械情報技術学科・教授

* 工学部電気電子システム学科・教授

** 工学部システム情報工学科・講師

*** 感性デザイン学部感性デザイン学科・講師

しつつ、新しい電力監視システムを導入した¹⁾。

本論文では省エネルギーを推進するために構築した新しい電力監視システムの紹介と、この「見える化」によって得られた電力監視データの分析結果について述べる。

2. 新しい電力監視システムについて

新たに導入されたシステムは三菱電機株式会社製「監視・制御システムSAI-II」である¹⁾。キュービクルの既設のシーケンサを活用しつつ、ボイラー棟に新規にサーバを導入している。この結果、必要なソフトウェア（SAI-IIクライアント。図1～図3）をパソコンにインストールすることで写真1のように学内から大学の電力の情報を確認することができるようになった。

システムで確認できる主な情報は次の通りである。

- メインメニュー（図1）

受電系統図、トレンドメニューなどのボタンを押すと各種情報のサブメニューが表示される。

- 受電系統図（図2）

大学全体、東北電力からの買電電力、自家発電、各棟の消費電力について受電系統図を見ながら確認することができる。なお、「全体」は各棟の消費電力の合計、「発電機」に関しては全体－買電電力で計算したものを表示しているため、大体の目安となる。また、大学の配電系統の都合上、以下の建物のデータはその建物以外の電力のデータを含んでいる。

- 本館：メディアセンター
- 工作技術センター：第一井戸ポンプ、グラウンド外灯、大学野球場ナイター照明、自動車工学センター
- 感性デザイン専門棟：部室・合宿所、情報工学棟1階2階電灯盤、一高グラウンド照明、1階のバイオ環境工学科の設備
- 教養棟：第二運動公園井戸ポンプ室、尚志館、部室

- トレンド表示（図3）

10秒ごとの電圧、電流、電力、力率などの推移を示したグラフを確認することができる。



図1 SAI-IIクライアント（メインメニュー）

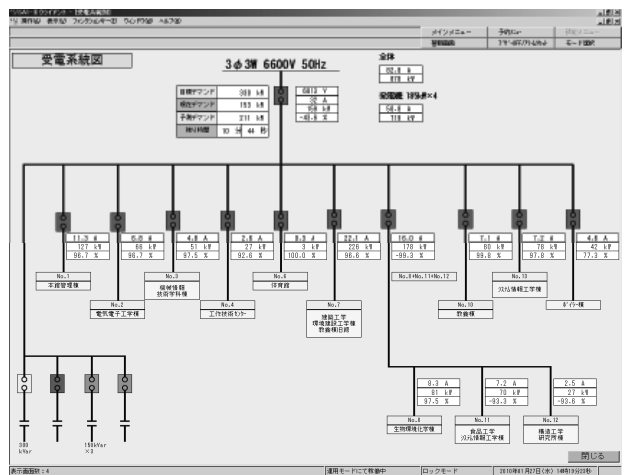


図2 受電系統図

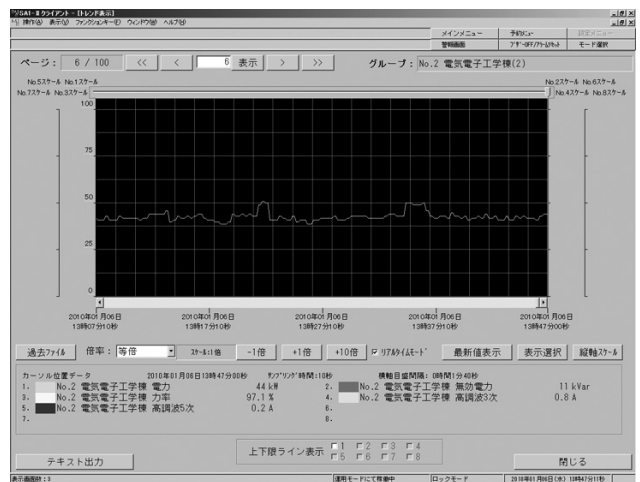


図3 トレンド表示



写真1 電力の「見える化」の例 (バイオ環境工学科)

3. 八戸工業大学の電気使用量の分析

大学の電気使用量の概況をつかむために、学校法人八戸工業大学環境報告書2010¹⁾や電気料金の請求書も参考にして本学の電気使用実態について説明する。

3.1 年度ごとの電気使用量の推移

表1は年度ごとの八戸工業大学の電気使用量、床面積、学生・教職員数を学校法人八戸工業大学環境報告書2010より引用してまとめた表である。この表1を基に電気使用量の推移をグラフにしたものが図4である。年度ごとの電気使用量は減少傾向にあり、2009年度は2006年度に比べて1.36%減少している。図5は床面積あたりの電気使用量の推移であり、これも2009年度は2006年度に比べて3.17%減少している。

一方、図6は学生・教職員数あたりの電気使用量の推移であり、学生数の減少の影響で2009年度は2006年度に比べて22.2%増加している。人数あたりの電気使用量の低減のためには、省エネルギー機器を導入し効率を向上させるか、学生数を増やすなど、原単位を下げる取組みが必要である。

表1 八戸工業大学の電気使用量、床面積、学生・教職員数

| 年度 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 電気使用量 [kWh] | 1,946,732 | 1,940,458 | 1,917,672 | 1,920,296 |
| 床面積[m ²] | 55,748 | 55,748 | 56,235 | 56,791 |
| 学生・教職員数 [人] | 2,164 | 2,018 | 1,909 | 1,739 |

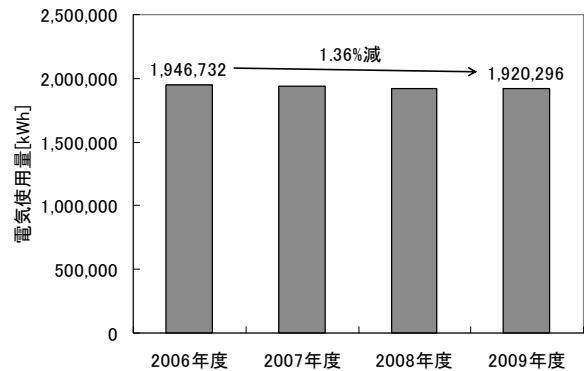


図4 電気使用量の推移

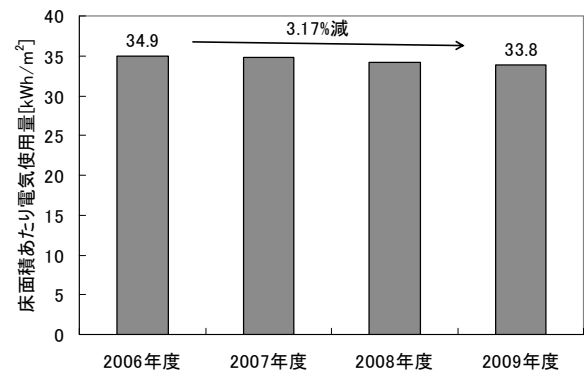


図5 床面積あたり電気使用量の推移

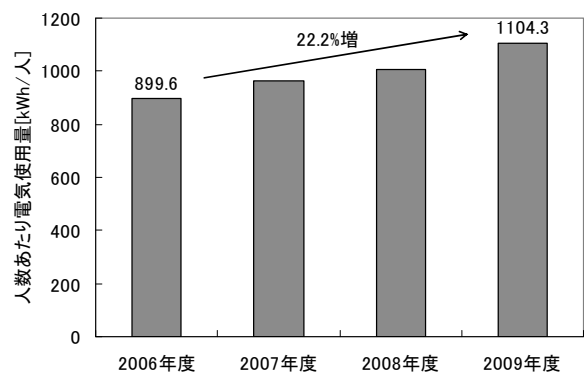


図6 人数あたり電気使用量の推移

3.2 月ごとの電気使用量の推移

図7に2008年4月から2010年8月までの大学の電気使用量の推移を示す。ここで、本学では、電気料金削減のため東北電力からの買電だけではなく、4基のディーゼル発電機（185kW×4基＝740kW）による自家発電も行っているため、同図7では東北電力からの買電電力量とディーゼル発電機による自家発電電力量に分けている。同図7より、冷暖房負荷がほとんどなくゴールデンウィークがある5月、夏季休業となる8月を谷として、7月、1月を山としたカーブとなっており、毎年似たような傾向となっていることがわかる。また、東北電力からの買電電力量を一定にするよう自家発電設備が働いていることがわかる。これは大学の電力負荷のベース部分を東北電力の買電でまかない、それ以上の消費電力を自家発電でまかなっているためである。図8は1日の負荷曲線を東北電力の買電分と自家発電分で塗り分けたグラフである。買電の契約種別は業務用季節別時間帯別電力であるので、昼間電力となる8時から22時まで自家発電設備が稼働していることがわかる。

図9は各月の電気使用量を各月の日数で割った、各月の1日あたりの電気使用量を示したグラフである。これを見ると、夏季よりも冬季のほうが1日あたりの電気使用量が多く、特に2月が最も電気使用量が多くなっていることがわかる。2月が最も電気使用量が多くなる原因としては、卒業研究の作業で遅くまで研究室に残り、照明やパソコン、暖房等を使用しているからであると推測できる。1月に関しては年始の時期に電力をあまり消費していない分、1日あたりの電気使用量が少なくなっている。

図10は1日の最大、最小、平均電力量の推移を示したグラフである。これを見ると、1月中旬から2月中旬までの電気使用量が多くなっていることが分かり、ベース部分である最小電力量も大きくなっていることがわかる。

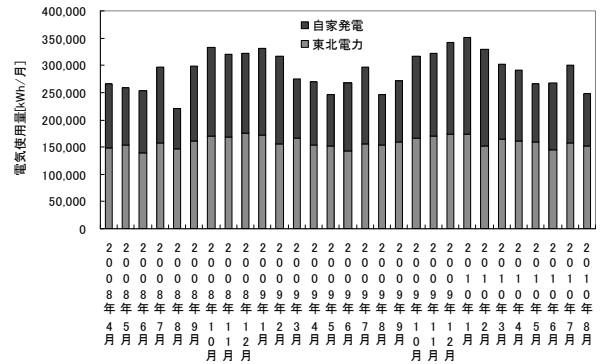


図7 各月の電気使用量の推移

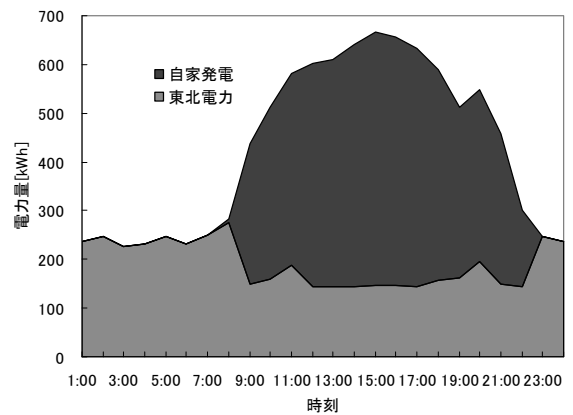


図8 1日の負荷曲線

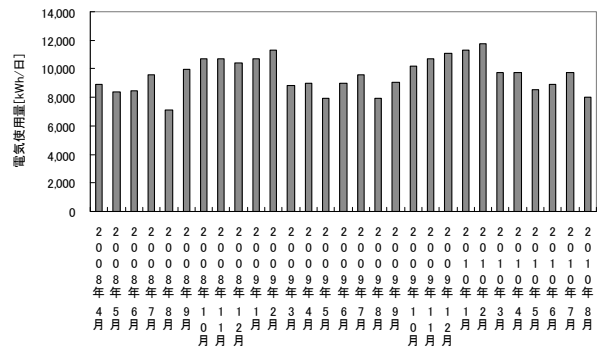


図9 各月の1日あたり電気使用量の推移

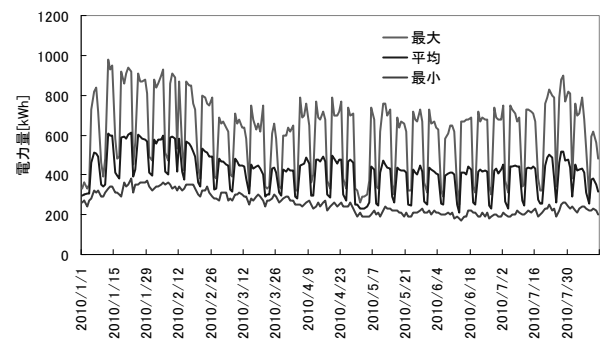


図10 1日の最大、最小、平均電力量の推移

図11は2007年1月から2010年8月までの電気使用量について、建物別に色分けしてその内訳を示したグラフである。なお、2008年11月に電力監視システムが故障してから2009年12月末に電力監視システムを更新するまでの期間はデータが欠測している。

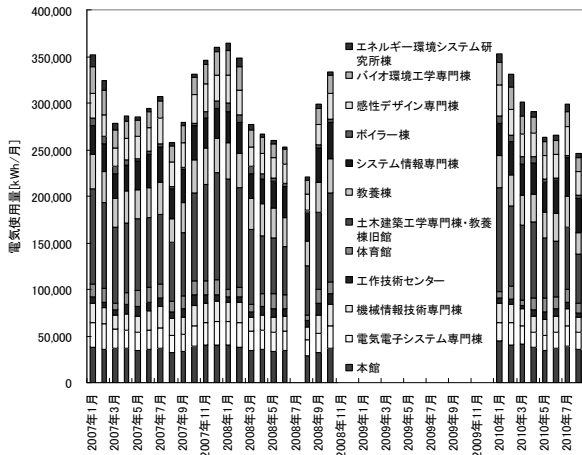


図11 2007年1月から2010年8月までの電気使用量の内訳

土木建築工学専門棟・教養棟旧館は3つの建物のデータの合計となっているため、これを図12のように3分の1にして考えると、最も電気を使用しているのは本館、次に教養棟とシステム情報工学専門棟、次に土木建築工学専門棟・教養棟旧館、感性デザイン専門棟の順となっていることがわかる。しかし、2章で触れたように、その建物以外の電力も含んでいる場合もあるため、単純に比較できない問題もある。

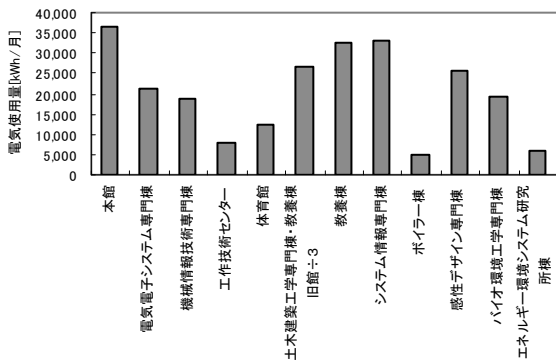


図12 2007年1月から2010年8月までの月平均電気使用量

図13は各月の総電気使用量における各棟の電気使用量の占める割合の推移を示したグラフである。各月のデータとなっているため季節成分が現れているが、土木建築工学専門棟・教養棟旧館の割合が減少しつつあり、一方でシステム情報工学専門棟、感性デザイン専門棟の割合が若干増えていることがわかる。

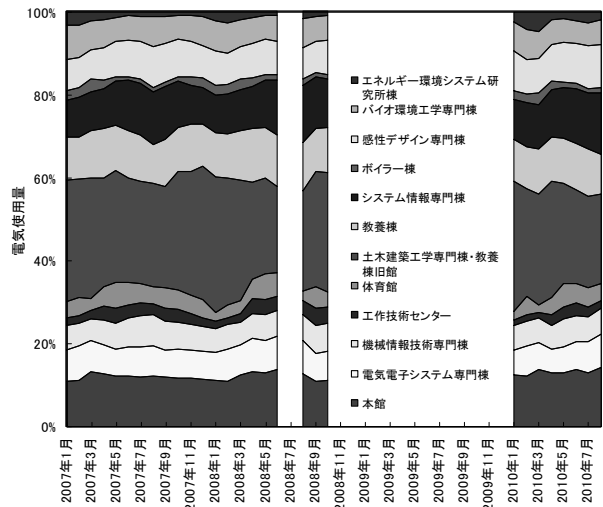


図13 各棟の電気使用量の割合

本学の電気使用量の概況ならびに各棟の電気使用量に関しては以上のようなものである。次章では各棟の電気使用量について分析を行う。

4. 八戸工業大学各棟の電気使用量の分析

4.1 本館

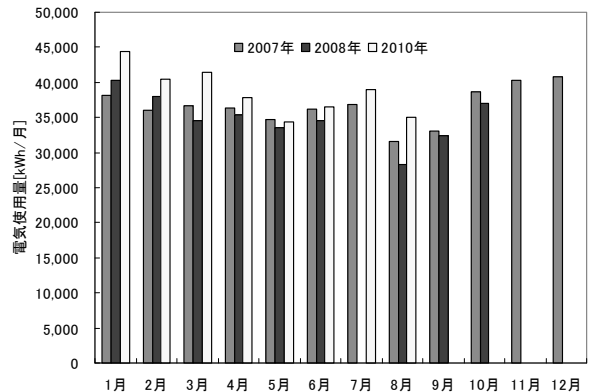


図14 本館

図 14 は本館の年度ごとの各月の電気使用量を比較したグラフである。法人事務部は昼休み時間中は消灯するといった省エネ活動を行っているが、2010年は2007年、2008年と比較すると、1月～3月、7月、8月の消費電力が大きくなっている。これは2009年10月に新設されたメディアセンターの空調負荷によるものであると思われる。

時別の電気使用量を確認すると、ベース部分の消費電力が20[kW]近くあるため、どのような機器により電力が消費されているのかを調査し、この負荷を低減することが重要である。

4.2 電気電子システム専門棟

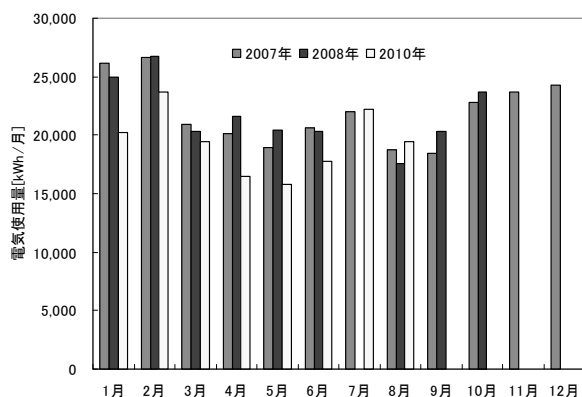


図 15 電気電子システム専門棟

図 15 は電気電子システム専門棟の電気使用量の推移を示したグラフである。2007年、2008年と比べると、2010年1月、2月の消費電力が下がっている。この理由としては1階、3階廊下の消灯(約2[kW]×12[h/日]×20[日/月]×2[箇所]=960[kWh/月])や、学生数の減少に伴って卒業研修に使用されるパソコン台数が減少していることなどが影響していると考えられる。しかし、夏季よりクリーンラボが稼働し、24時間空調を動作させているため、8月は全体的に負荷が増加し、電気使用量は以前の水準に戻っている。

4.3 機械情報技術専門棟

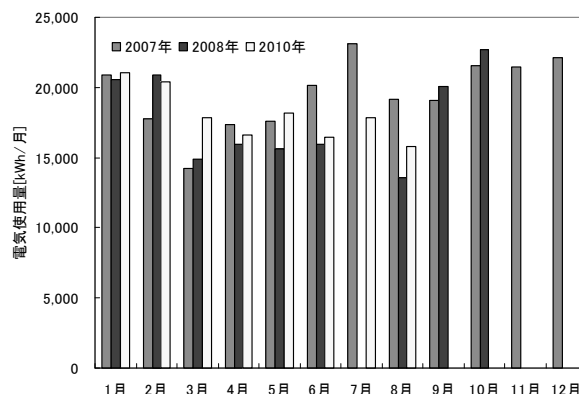


図 16 機械情報技術専門棟

図 16 は機械情報技術専門棟の電気使用量の推移を示したグラフである。過去のデータと比較すると2010年の電気使用量は3月～5月まで高くなっているが、それ以降は前年並みか減少している。

4.4 工作技術センター

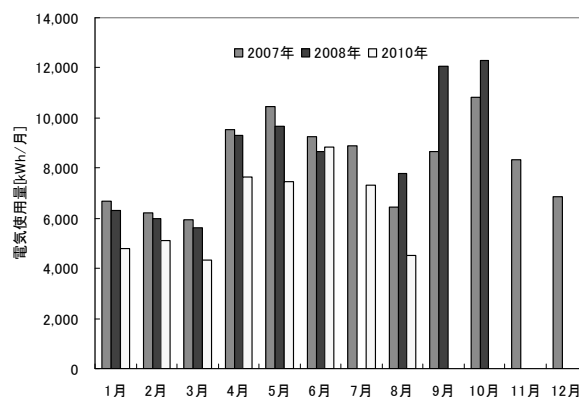


図 17 工作技術センター

図 17 は工作技術センターの電気使用量の推移を示したグラフである。電気使用量は減少傾向にあることがわかる。工作技術センターのデータには2008年4月に完成した自動車工学センターの電気使用量も含まれており、2008年9月、10月の電気使用量は前年に比べて大きくなった原因は自動車工学センターの新設によるものではないかと考えられる。

館内の設備は工作機械であり、時別の電気使

用量を確認すると夜間の消費電力は小さい。このため、省エネルギーを容易に行える場所としては照明が挙げられる。館内では精密作業を行うため、必要な照度を確保し、ちらつきを抑えながら省エネルギーが可能な Hf 蛍光灯への交換が適切と思われる。省エネルギー効果の具体的な数字に関しては、現在使用している照明の調査が必要である。

4.5 体育館

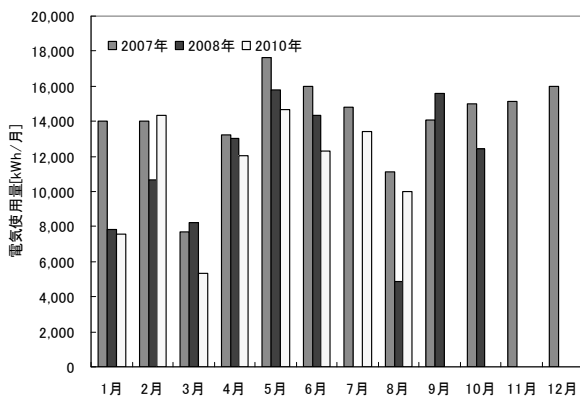


図 18 体育館

図 18 は体育館の電気使用量の推移を示したグラフである。これを見ると、体育館の電気使用量は減少傾向にあることがわかる。

総電気使用量は他の建物よりも少ないが、土日の使用もあり、また、最大消費電力も機械情報技術専門棟や電気電子システム専門棟よりも大きい。ピークの発生する時間帯によってはデマンドオーバーにつながることもありうるため、注意が必要である。

学校における省エネルギー対策において体育館は注目されており、省エネルギー型照明の導入や、時間割の配置の検討による照明時間の節約など、様々な取り組みが考えられており、これらを順次実施していくことが必要である。

4.6 土木建築工学専門棟・教養棟旧館

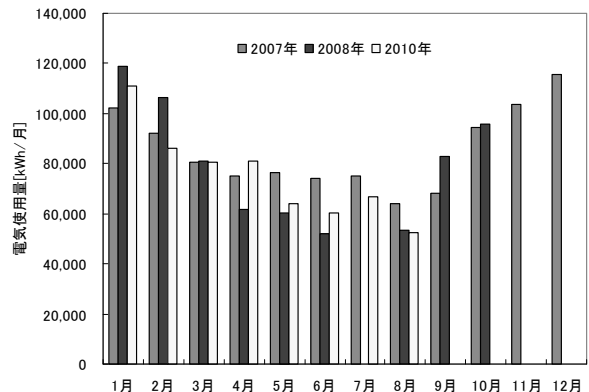


図 19 土木建築工学専門棟・教養棟旧館

図 19 は土木建築工学専門棟と教養棟旧館を併せた電気使用量の推移を示したグラフである。配電システムの都合上、3つの建物をまとめたデータとなっており、評価はしにくいだが、電気使用量は減少傾向にあるといえる。これら建物の負荷の分離が今後の課題となる。

4.7 教養棟

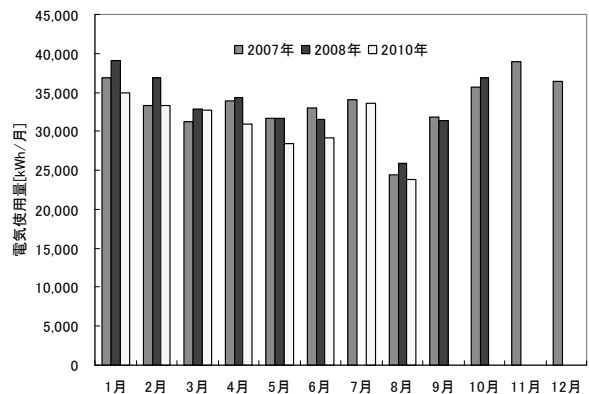


図 20 教養棟

図 20 は教養棟の電気使用量の推移を示したグラフである。図 20 を見ると、電気使用量は若干減少傾向にあることがわかる。教養棟には学生ホール、売店、教室、FPD 関連施設、大会議室、食堂があり、電力負荷は照明が大半であると考えられる。教室に関しては退室時や不使用時のこまめな消灯といった省エネルギー対策が必要と思われる。

4.8 システム情報工学専門棟

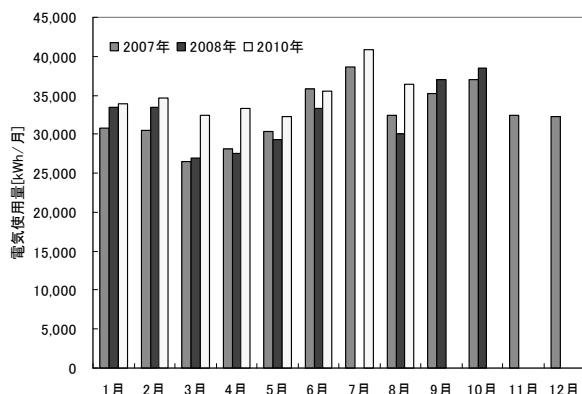


図 21 システム情報工学専門棟

図 21 はシステム情報工学専門棟の電気使用量の推移を示したグラフである。図 21 を見ると、電気使用量は増加傾向にあることがわかる。この原因に関しては、学内の情報システムで扱うデータの容量増大に伴うサーバ増設が一部影響していることが考えられる。システム情報工学専門棟はパソコンラボ、サイバーラボをはじめとして OA 機器が多いため、通常のオフィスビルの省エネルギー対策が活用できると思われる。

4.9 ボイラー棟

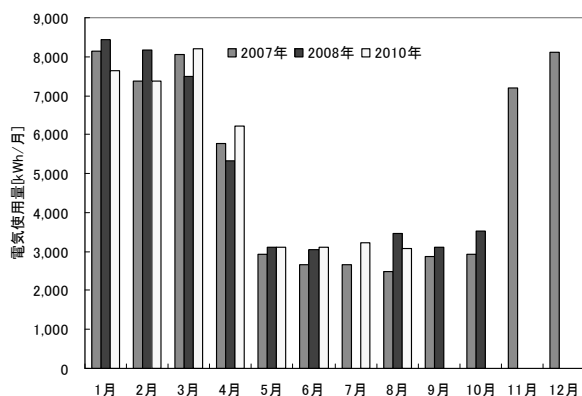


図 22 ボイラー棟

図 22 はボイラー棟の電気使用量の推移を示したグラフである。11月～4月まではボイラーの運転に伴う電力消費のため、5月～10月までよりも多くの電力を消費している。なお、この5月～10月に消費されている電力のほとんどは自家発電

設備の補機の消費電力とみられる(表 2)。また、電気使用量の傾向としてはほぼ横ばいであることもわかる。

表 2 ボイラー棟と補機の消費電力量

| | 消費電力量[kWh/月] | |
|----------|--------------|------|
| | ボイラー棟 | 補機 |
| 2008年8月 | 2460 | 2196 |
| 2008年9月 | 3100 | 2876 |
| 2008年10月 | 3510 | 3597 |

無人の教室が高温になっていることもあるため、ボイラー棟に関しては電力の省エネルギーよりも蒸気暖房のために消費される重油の省エネルギーの方が重要であるといえる。

4.10 感性デザイン専門棟

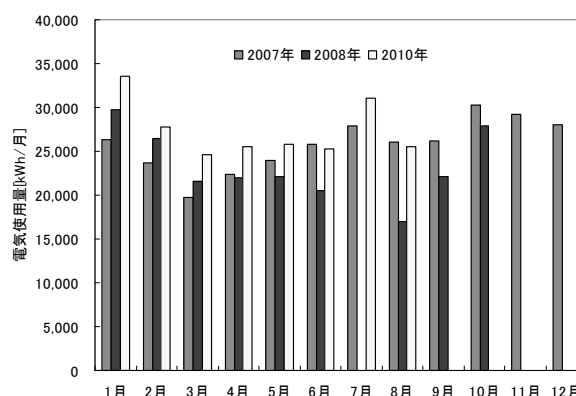


図 23 感性デザイン専門棟

図 23 は感性デザイン専門棟の電気使用量の推移を示したグラフである。感性デザイン専門棟の電力データは、感性デザイン学部のほか、部室・合宿所、情報工学棟 1階 2階電灯盤、一高グラウンド照明、1階のバイオ環境工学科の設備も含んでいるため単純に評価はできないが、若干増加傾向にある。この一因として、パソコンを使用する実習科目の充実によるパソコンの消費電力の増加が考えられる。

時別の使用電力量のデータを確認すると、ベース部分の消費電力が約 20[kW]あり、他の棟よりも大きいことも特徴の一つである。今後、分

電盤レベルでモニタリングを行い、負荷の詳細を把握していくことが必要である。

4.11 バイオ環境工学専門棟

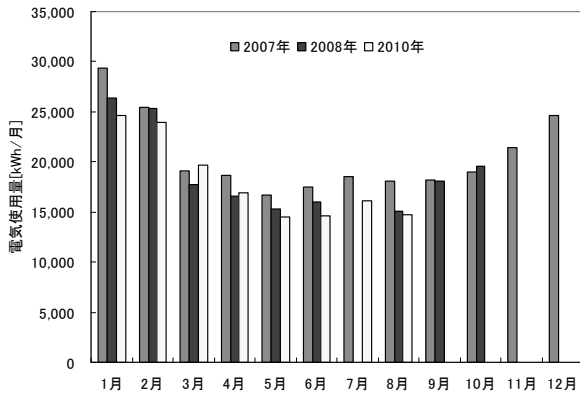


図 24 バイオ環境工学専門棟

図 24 はバイオ環境工学専門棟の電気使用量の推移を示したグラフである。図 24 を見ると、毎年の電気使用量はそれほど変化はないが、若干減少傾向にあることがわかる。

バイオ環境工学科のパソコン室は現在ほとんど稼動していないが、パソコンラボ廃止後の状況によっては今後電気使用量が増大することもありうると思われる。

4.12 エネルギー環境システム研究所棟

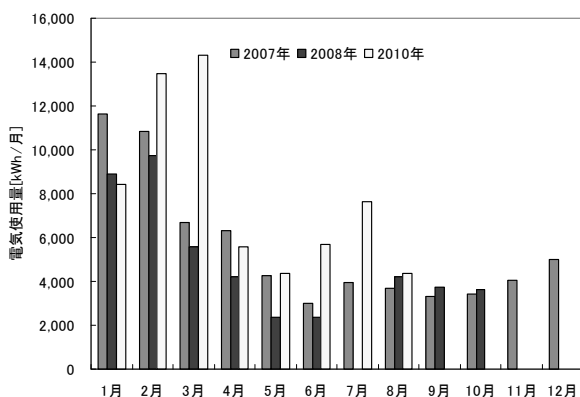


図 25 エネルギー環境システム研究所棟

図 25 はエネルギー環境システム研究所棟の電気使用量の推移を示したグラフである。電気使用量は卒業研修がピークを迎える 1 月～3 月に向

けて増えている。2010 年の電気使用量は過去と比較すると大きくなっていることがわかる。5 月以降は 1 時間あたりの平均使用電力量は約 5[kWh/h]となっている。研究活動に伴う消費電力が多いと思われるが、こまめな消灯などを心掛けるなどして低減していくことが必要となる。

5. おわりに

以上のように、八戸工業大学に導入された電力監視システムにより、建物ごとの電気使用量の「見える化」が可能となっている。今後は電力監視システムのデータのさらなる分析と「見える化」をいかにして省エネルギー対策につなげていくかの検討が必要である。

分析に関しては、現状では電気使用量の計測は各棟ごととなっているが、これを各階、各部屋に拡張し、より詳細な電力モニタリングを実現していくことが課題である。また、環境保全委員会にて学内の電気機器の使用状況調査を実施しており、この調査結果を活用することも考えられる。さらに、iアプリ等を活用してモバイルで各棟の電気使用量を閲覧することができるシステムを開発し、省エネサポーターの活動と連携することも検討している。

省エネルギー対策の具体的な方法に関しては、例えば従来型の蛍光灯をHf蛍光灯に交換することが簡単な方法の一つである。また、財団法人省エネルギーセンターが実施しているビルの省エネルギー診断といったサービスを利用し、アドバイスをすることも一つの手段である。

八戸工業大学は学内における教育・研究活動をはじめ、学外においても環境対策の活動に積極的に関わってきている。我々の活動の拠点である大学施設においても省エネルギー・環境負荷低減の取り組みを継続して実行していくことが求められており、今回導入した電力監視システムによる「見える化」の利用促進とデータ分析等を通じて省エネルギー・環境配慮活動を実現していきたい。

謝 辞

終わりに臨み、本研究は八戸工業大学プロジェクト研究「八戸工業大学における省エネルギー活動を推進する電力監視システムの構築とエネルギー監視・予測・制御技術の研究開発」の補助により実施されている。そして、電力監視システム導入とその活用にあたり、八戸工業大学環境保全委員会ならびに総務課、学事課の方々に大変お世話になりました。また、電力監視システムのデータの分析にあたり、東北エネルギーサービス株式会社のデータも参考にさせていただきました。それぞれ深謝申し上げます。

参考文献

- 1) 学校法人八戸工業大学エコキャンパス策定委員会：環境報告書 2010, http://www.hi-tech.ac.jp/annai/a_kankyuu.html (最終アクセス日 2010/1/4) .