

居住者エネルギー見える化機能の開発

Development of an Energy Visualization Function for Residents

株式会社 山武
ビルシステムカンパニー

鈴木 仁美
Hitomi Suzuki

キーワード

改正省エネ法, テナントビル, エネルギー見える化, ビルマネジメント

「エネルギー使用の合理化に関する法律」(省エネ法)が改正され、テナントビルのオーナーには、入居テナントへのエネルギー使用量の情報提供が求められるようになった。これに対応して、テナントビルオーナーからビル居住者へ提供する、エネルギー報告書作成機能と居住者別のエネルギー推移データグラフ作成機能を、ビルマネジメントシステムとテナントサービスサーバを用いて開発した。その概要を報告する。

Due to revision of the Act on the Rational Use of Energy (Japanese energy conservation legislation), building owners are now required to provide tenants with information on their energy consumption. To meet this requirement, we developed a system by which building owners can create energy reports and data graphs showing changes in tenant energy consumption using our building management system and tenant service server. We give an overview of this system.

1. はじめに

「エネルギーの使用の合理化に関する法律」(以下省エネ法)の改正を契機に、テナントビルのエネルギー使用量を入居テナントごとに管理し、エネルギーデータとしてテナントに提供するシステムを開発した。

このシステムでは、テナントビルオーナーに以下のメリットを提供する。

- ・ 入居テナントへのエネルギー報告業務の効率化
- ・ 入居テナントの省エネ活動の推進

2. 開発の背景

2009年4月に改正省エネ法が施行され、エネルギー使用状況等の定期報告書の提出が、それまでの建物単位から、事業者(企業)単位に変更された。これにより、企業全体のエネルギー使用量の原油換算値が1,500kl/年以上であると、定期報告書の提出が必要となった。

これを受けて企業は、企業全体のエネルギー使用量の把握が必要となる。企業の一部(または全部)が、テナントビルにテナントとして入居している場合、そこで使用しているエネルギー使用量も把握して合算す

る必要がある。

テナントビルの入居テナント側でエネルギー使用量を把握するには、テナント側で計測できない部分のエネルギー使用量について、テナントビルオーナーに情報提供を求めることになる。テナントビルオーナー側には報告義務が課せられる。

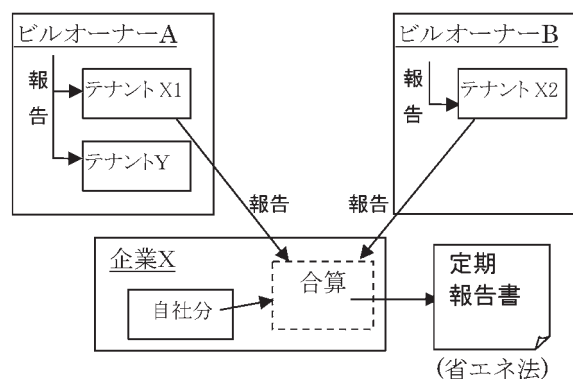


図1. エネルギーデータの報告の流れ

テナントビルオーナーは、個々の入居テナントのみが使用するエネルギー使用量について、課金目的で計測、集計している場合が多い。この計測値は、テナン

トへのエネルギー報告にも利用できる。しかし、課金目的の集計と省エネ法報告データの集計では、集計方法が異なる。このため、テナントビルオーナーは、課金用とは別に、エネルギー報告用としてテナントのエネルギー使用量を集計する必要がある。

また、改正省エネ法対応で、テナントビルオーナーがテナントに報告すべきエネルギー使用量には、空調によるエネルギー使用量も含まれるが、セントラル空調を採用しているテナントビルの場合、一般にはテナントごとの空調エネルギーを計測していない。テナントビルオーナーはこれを計測し、エネルギー報告用のデータに加える必要がある。

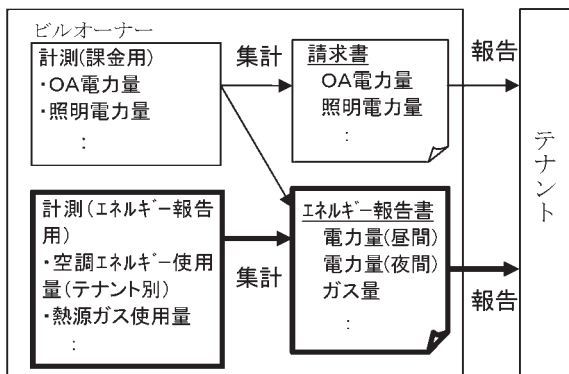


図2. テナントへのエネルギー報告

本開発では、上記のテナントビルオーナーのニーズに対応した居住者エネルギー見える化機能として、以下の機能を開発した。

- ・ テナントビルオーナーが、入居テナントへ、改正省エネ法での定期報告書作成に利用するエネルギーデータを報告する。
- ・ テナントビルオーナーが、入居テナントの省エネ活動を推進させることを目的として、入居テナントへ、エネルギーデータ見える化サービスを提供する。

3. システム構成

居住者エネルギー見える化機能は、ビルオートメーションシステム(以下BAS)のシステム構成の中で、ビルマネジメントシステム(以下BMS)と、テナントサービスサーバ(以下TeSS)で実現させた。

BMSにはエネルギー情報の収集・蓄積機能があり、TeSSには、テナントクライアントとの接続機能があった。この機能分担を利用して、BMS、TeSSそれぞれに新たな機能を追加した。

運用時のシステム構成は、BAS + BMS、もしくはBAS + BMS + TeSSの2通りとした。BAS + BMS + TeSSの構成で、一般的なシステム構成例を図3に示す。

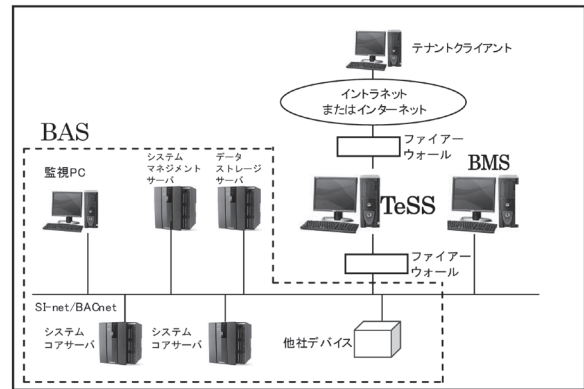


図3. システム構成図

BMSは、建物の運営管理業務機能(設備保全機能、検針機能など)を受け持つシステムである。

BMSでは従来、建物のエネルギー管理機能を有していた。これは、BASから実測点のデータを収集・蓄積し、必要に応じて実測点を演算処理して論理点を作成し、ビルオーナーおよびビル管理者向けに、エネルギーデータのグラフ表示や、CSVファイル出力を行う機能である。このエネルギーデータを用いて、以下の機能を有する「居住者エネルギー管理機能」を開発した。

- ・ テナント情報と、貸付区画情報を管理する。
- ・ テナントごとにエネルギーを集計し、テナント向けのエネルギー報告書を作成する。
- ・ テナントごとのエネルギー使用量を、積層/トレンドグラフ形式のエネルギー推移グラフとして作成し、表示、印刷、CSVファイル作成を行う。

TeSSは、テナントのパソコンによる、BASの運用設定機能(空調温度設定、空調延長設定など)を受け持つシステムである。

TeSSでは従来、接続するテナントユーザーをパスワードによるログインで管理するための、ユーザー管理機能を有していた。このテナントユーザー管理機能と、BMSで設定したテナント情報と連携させ、以下の機能を有する「居住者エネルギー表示機能」を開発した。

- ・ テナントユーザーが、自テナント向けのエネルギー報告書をダウンロードする
- ・ テナントユーザーが、自テナントのエネルギー推移グラフの表示、印刷、CSVファイル作成を行う。
- ・ テナントユーザーが、エネルギー使用量に対し、目標値設定や、テナント内での小計設定を行う。

4. 開発の留意点

本システムの開発にあたり、以下の点に留意した。

- ・ エネルギー報告書のエネルギー使用量データは、省エネ法の定期報告書作成に容易に利用できるデータとするため、省エネ法のデータ分類に合わせて集計する。その際、集計のための演算式設定は不要とすること。

- ・ テナントの入れ替わりなどの運用上の設定変更に対して、容易に継続運用できるよう最低限の設定を行うだけで済むように工夫すること。
 - ・ テナント向けのエネルギー表示画面では、簡単な操作でエネルギー分析できるように工夫すること。
- これらの留意点を踏まえて開発した、BMSの居住者エネルギー管理機能とTeSSのテナント向けエネルギー表示機能の特徴を、以下の4つの観点で紹介する。
- ・ エネルギー報告書用データ集計
 - ・ 運用中のデータ設定変更
 - ・ データ比較
 - ・ テナントへの情報提供サービス

5. エネルギー報告書用データ集計

居住者エネルギー管理機能で用いるエネルギーデータ向けに、従来のBMSエネルギー管理機能用に収集・蓄積していたエネルギーデータに加えて、省エネ法向けのデータ集計機能を開発した。追加した集計データは以下の2つである。

- ・ 電力の昼夜別集計
- ・ 締め日による月集計

5.1 電力の昼夜別集計

省エネ法の定期報告書で報告するエネルギーデータは、以下の3つである。

- ・ エネルギー種別ごとのエネルギー使用量
- ・ エネルギー種別ごとの熱量換算値と、その合算
- ・ 合算された熱量換算値をもとに換算した原油換算値

このとき、エネルギー種別の1つである電力量は、昼夜別に集計して熱量換算した方が、正しい熱量換算値が得られるため、昼夜別に集計することが望まれる。電力量を昼夜別に集計すると、昼夜別に集計しなかった場合（すべて昼間として扱う）に比べ、熱量換算値は小さくなる。これは電力量の熱量換算係数が、夜間のほうが昼間より小さいためである。

従来のBMSでも、演算式を設定することで、昼夜別のデータ集計は可能であった。ただし、全時間帯で計測する実測データと、実測データを演算処理して得られる昼間使用量データと、夜間使用量データの3つに分かれるため、その後のグラフ表示時に3つを組み合わせ設定する必要があることなど、やや扱いにくかった。

これを改善するため、全時間帯で計測する実測データに対し、オプションデータとして昼間使用量、夜間使用量のデータを作成し、1組のデータとして扱うことができるようにした。この昼間使用量、夜間使用量のデータは、居住者エネルギー管理機能だけでなく、従来のエネルギー管理機能でも利用できることとし、グラフ設定も容易になった。

5.2 締め日による月集計

従来のBMSエネルギー管理機能では、月データは1日～月末で集計している。居住者エネルギー機能では、設定された月締め日で集計することにより、エネルギー管理機能の月データとは別の月別、年別の集計データを作成する。これは、課金用データが任意に設定できる毎月の検針日による月データのため、これが月末締めでない場合に、エネルギー報告書の月集計を課金用データと同じ期間で集計するためである。

5.3 エネルギーデータの種類

上記昼夜別集計、締め日での月集計を追加開発したことにより、BMSで蓄積するエネルギーデータの種類は表1に示す構成となった。これらのデータをエネルギー管理機能と居住者エネルギー管理機能で共用している。

表1. エネルギーデータ種類

	集計期間	時	日	月	年	月	年
				月末締め		締め日	
積算点	正時読値	○					
	偏差値*	◎	◎	○	○	□	□
	昼偏差*	◎	◎	○	○	□	□
	夜偏差*	◎	◎	○	○	□	□
アナログ点	瞬時値	○					
	平均値	◎	◎	○	○	□	
	最大値	○	◎	○	○	□	
	最小値	○	◎	○	○	□	

- エネルギー管理機能のみで利用
- 居住者エネルギー管理機能のみで利用
- ◎ 共用

網掛け部分は今回追加開発したデータ集計種類

*偏差値は集計期間の使用量、昼偏差は時データ9時～22時（8:01～22:00）の使用量、夜偏差は昼偏差以外の使用量

6. 運用中のデータ設定変更

テナントビルでは、運用中にテナントの入居／退居が発生するが、その際の設定変更作業を効率的に行うため、「貸付区画設定」と「単位桁合わせ機能」を開発した。

6.1 貸付区画設定

テナントビルでは、テナントに貸し出す最小の単位として、貸付区画を設定する。テナントに光熱費を課金する目的で、電力量などを計測する場合、貸付区画ごとに計測することが望まれる。貸付区画ごとに計測せず、1つの計測データを複数のテナントの使用量に

案分する場合も、その最小単位は貸付区画となる。
本システムでは、貸付区画ごとに計測データを設定しておく。

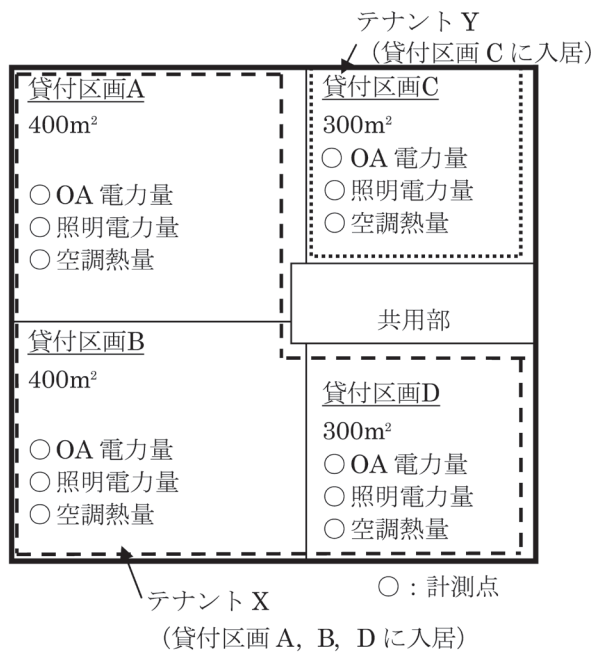


図4. テナントビルフロア平面図イメージ

これと平行して、テナントごとに、個々の貸付区画を割り当て、その利用期間を設定する。

テナントごとのエネルギー集計時には、この2種類の情報を組み合わせ、そのテナントの利用している貸付区画に割り当てられている計測データからエネルギー使用量を集計する。テナントの入居/退居が発生したときは、貸付区画とテナントの割り当て設定を変更するだけで、計測データの集計用に演算式を設定変更する必要はない。

6.2 単位桁合わせ

各テナントのエネルギー使用量を集計する際、集計対象の全てのメータで、計測している値の単位が同じとは限らない。たとえば電力量の計測点でMWhとkWhが混在する場合などがある。従来のBMSではこれらを集計する際に、桁合わせの演算設定が必要だった。居住者エネルギー管理機能では、テナントのエネルギー使用量を集計する際に、この単位桁合わせを自動的に行うため、集計するデータの組合せが変わっても演算式の設定変更は必要ない。これはMWhとkWh、m³とl（リットル）など桁合わせすることにより集計できる複数の単位を、単位系列としてべき乗係数とともにあらかじめ登録しておき、複数の計測データを集計する際に、集計結果の単位と違う単位は設定されたべき乗による変換を行ってから集計することによる。

さらにこの単位系列を利用して、貸付区画に計測点を設定する際の単純な設定ミスを回避するため、同じ

エネルギー種別は同じ単位系列の計測点だけで構成されるよう、設定制限をかけている。

7. データ比較機能

テナントの省エネ活動の推進に役立てられるよう、エネルギー報告書とエネルギー推移グラフには、いくつかのデータ比較機能を準備した。

7.1 自テナントの過去実績データとの比較

エネルギー使用量を過去実績データと比較することは、エネルギー使用量を検証する上で、一般的によく行われている。

エネルギー報告書では、1か月データとその月までの年累積値を併記し、それぞれ過去データとの比較を行っている。1か月データでは前月比、前年同月比を表示し、年累積値では、前年度のその月までの累積値と比較する。

電気使用量	エネルギー合計 (電気+空調)		前月比 [%]	前年同 月比[%]	エネルギー内訳		換算係数	CO2排出量 換算(CO2)
	総消費電	夜間消費電			電気	空調		
総消費電	12.182 MWh	4.921	8.490	0.3840 t-CO2/MWh	0.480	0.480	5.242	
夜間消費電	1.251 MWh	73.8	84.1	0.899	0.442	0.3840 t-CO2/MWh	0.480	
合計								5.242

電気使用量	エネルギー合計 (電気+空調)		前年同月までの 累計比[%]	エネルギー内訳	換算係数	CO2排出量 換算(CO2)
	総消費電	夜間消費電				
総消費電	58.673 MWh	238.4	33.042	25.433	0.3840 t-CO2/MWh	22.530
夜間消費電	6.785 MWh	204.2	5.247	1.838	0.3840 t-CO2/MWh	2.465
合計						25.135

図5. エネルギー報告書例

月単位のデータを過去データと比較する場合、エネルギー報告書のように月合計の比較であれば、たとえば1日から月末までなどの同じ期間で合計し、比較すればよい。だが、月間の日データを前月や前年同月と比較する場合、単純に1日から月末で比べると、曜日での違いが大きく直感的には比較しにくい。そのため、曜日合わせオプションを設け、比較の期間をずらし曜日を合わせて比較できることとした。

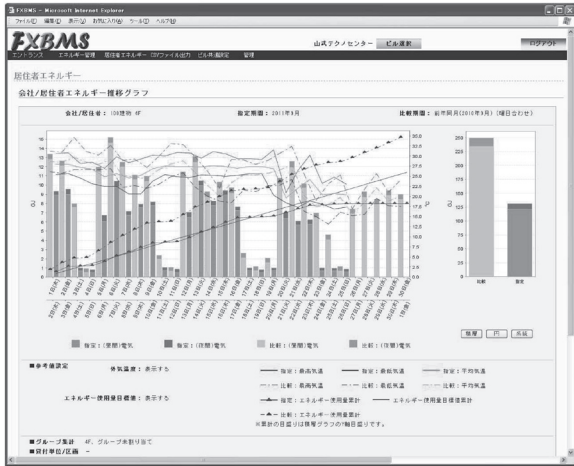


図6. 曜日合わせ比較を用いた月グラフ例 (BMS・エネルギー種別ごと)

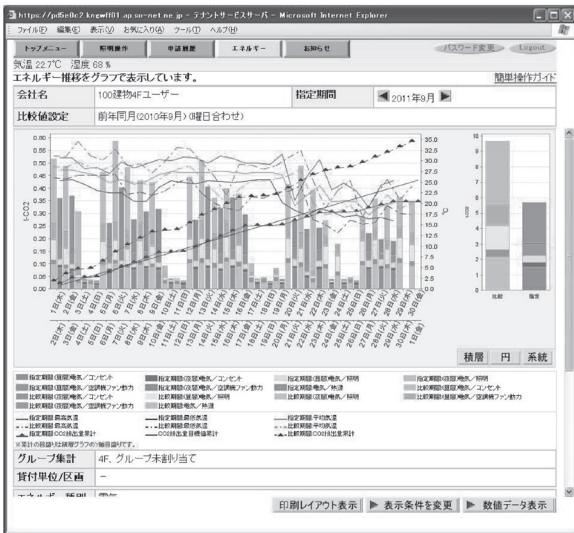


図7. 曜日合わせ比較を用いた月グラフ例 (TeSS・エネルギー種別詳細ごと)

これにより、視覚的な比較が容易に行える。

なお、比較データを作成する際、6.1 貸付区画設定と組み合わせて、過去に同じテナントで利用していた区画のみを、比較対象として集計している。たとえば昨年同月には別のテナントがその貸付区画を利用していた場合は、比較値としては利用しない。これにより、テナントのエネルギー使用量の情報漏洩を防止している。

7.2 目標値との比較

エネルギー推移グラフでは、エネルギーデータ実績と比較するため、テナントごとに、月別または年合計の目標値を設定できる。

省エネ活動への積極性、今までの省エネ活動の実績などは、テナントで差があると考えられるため、

- ・ 省エネ活動を始めたばかりのテナント→年合計
- ・ 入居したてのテナント→年合計

- ・ 月データを把握済みのテナント→月別
- ・ きめ細かく省エネ目標を設定できるテナント→月別

というように、テナントごとに目標値を選択できる。

また、目標値にするデータの種類も、熱量換算値、CO₂排出量換算値の2つのいずれか、または両方を設定でき、テナントの省エネ活動目標に合わせて選択できる。

7.3 テナント間の比較

エネルギー使用量をテナント間で比較することにより、テナントビルオーナーは省エネ余地のあるテナント候補を確認できる。テナント間の比較は面積を基準にした原単位で行う。面積は、貸付区画ごとに設定しておき、個々のテナントが利用している貸付区画の面積を合計し、エネルギー使用量をその面積合計で割って原単位を計算する。

この原単位データを用いて

- ・ 全テナントランキング
- ・ 1テナントの順位のみ

の2種類のエネルギー効率順位グラフを作成する。

全テナントランキングのエネルギー効率順位グラフは、テナントビルオーナー（またはビル管理者）向けである。これにより省エネ余地のあるテナントを判別し、該当テナントには省エネに関する働きかけを行うことができる。

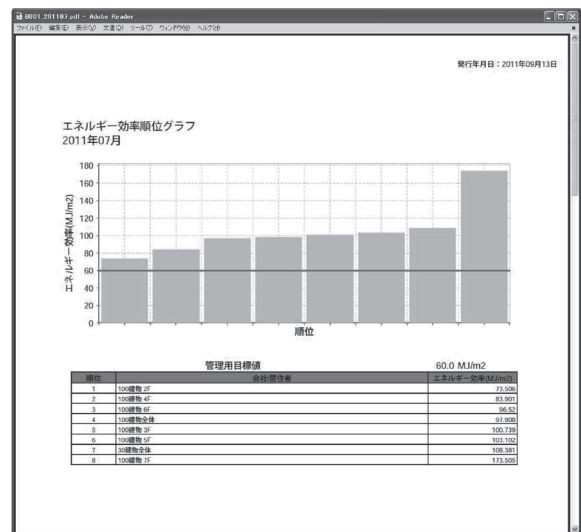


図8. 全テナントのエネルギー効率順位グラフ

また、本システムを自社ビル用に転用して、テナントの代わりに各部門などを設定する運用も可能である。この場合は、ランキングを自社内に公開することにより、各部門で競わせるなどして、省エネ意識を高めるために利用することもできる。

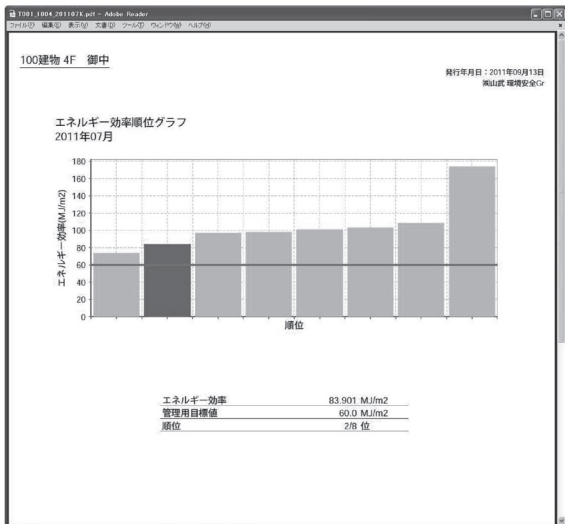


図9. テナントごとエネルギー効率順位グラフ

8. テナントへの情報提供サービス

テナントビルオーナーが、テナントへエネルギー使用量を提示する手段は、ビルの運用形態により様々である。

本システムでは、以下の2つの運用形態を想定し、各機能を開発した。

- ・ 印字したエネルギー報告書をテナントに提出する。
- ・ インターネットまたはイントラネットで、テナントのパソコンと接続し、テナントユーザーが直接エネルギーデータを確認する。

8.1 エネルギー報告書の作成

エネルギー報告書は、テナントビルオーナーが各テナントへエネルギー使用量を報告する業務に用いる。このエネルギー報告書は、そのまま直接省エネ法の定期報告書とするものではない。そのため、テナントの省エネ活動への支援に重点をおき、テナントビルオーナーからテナントに対して、毎月、月別エネルギー使用量を報告する運用想定とした。ただし、報告する月までの年累計値も集計することとして、年度末のエネルギー報告書の年累計値が、その年の年合計値となるようにした。

このことで、

- ・ テナントは、年合計値を、省エネ法の定期報告書用のデータとして利用できる。
- ・ テナントは、毎月、エネルギー使用量の推移を確認でき、年度途中での省エネ活動の検証ができる。
- ・ テナントビルオーナーは、月別にエネルギー報告書を作成すれば、年度末に年合計値を作成する必要がない。

エネルギー報告書は、ビルオーナーからの正式な報告データとして扱われることを想定し、容易に改竄できないようPDFファイル形式とした。また、報告業務の効率化のため、画像ファイルとしての印影登録によ

るエネルギー報告書への印影付加も可能とした。

エネルギー報告書のフォーマットは、Excel 雛型ファイルで作成した。テナントビルオーナーの要求による、軽微なフォーマット変更（文字サイズや、報告者の社名位置の変更など）は、このExcel 雛型ファイルの修正で対応し、エネルギー報告書作成プログラムの変更は不要とした。

エネルギー報告書の作成指示を行うと、以下の動作を順次自動的に行う。

- ・ エネルギー報告書用データの集計およびCSV ファイルを作成する
 - ・ Excel 雛型にCSV ファイルを読み込み、Excel シート上でエネルギー報告書フォーマットに成型する
 - ・ 成型したExcel シートをPDF ファイルに変換する
- PDF ファイルの形成過程で、Excel シートを作成しており、エネルギー報告書をExcel シートで作成する要望があった場合に、容易に対応できる。

また、エネルギー報告書の提供に合わせて、テナントへグラフ化されたデータを提供するサービスも想定した。月ごとのデータをグラフ化することで、テナントの省エネ意識の向上に役立てられる。作成できるグラフは、エネルギー種別ごと、全エネルギー種別の発熱量換算、および用途（貸室・空調）別発熱量換算の3種類とした。

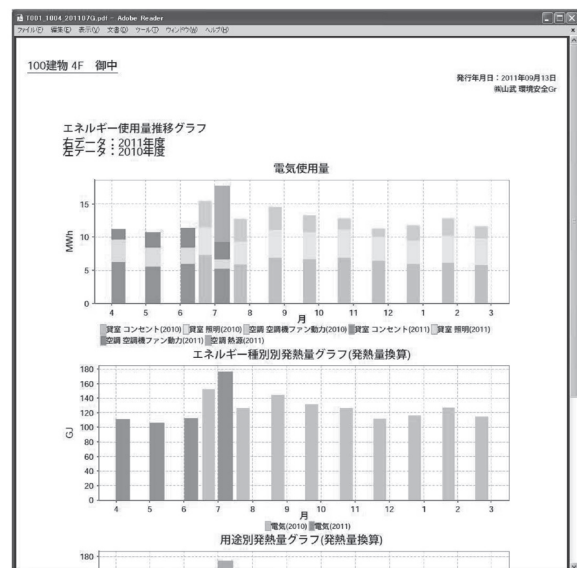


図10. エネルギー使用量推移グラフ
(エネルギー報告書用)

8.2 テナント居住者によるエネルギー推移データの表示

テナント居住者へのエネルギーデータ提供の形態として、月別のエネルギー報告書だけでなく、より近隣のエネルギー使用量データをテナントに提供することは、テナントの省エネ活動推進に、さらに効果的であると考えられる。

そのため、テナントのパソコンをBASに接続し、オンラインでエネルギーデータを提供する機能を開発し

た。この機能では、直近の1時間前までのエネルギー使用量をテナントが直接確認できる。

このテナント居住者のエネルギー表示機能は、TeSSとBMSで連携した機能として開発した(図3参照)。

TeSSは、インターネットまたはイントラネットを介してテナントのパソコンと接続しており、テナントユーザー管理情報を保持している。テナントユーザーは、テナントのパソコンからTeSSを介してBASと接続することができる。

一方、テナントのエネルギー使用量は、BMSで収集・蓄積・集計している。BMSでは、これらのテナントのエネルギー情報以外に、テナントへの課金情報や、建物設備修繕費用などの、ビル運用情報も保持している。

データセキュリティ上の観点から、テナントとの接続はTeSSで行うシステム構成は維持し、BMSからTeSSに対して、テナントに提供するエネルギー使用量を受け渡す機能を追加した。

このため、BMS側で保持しているエネルギー使用量に関するテナント情報と、TeSS側で保持しているテナントユーザー情報を、TeSS側で紐づける。テナントユーザーがエネルギー使用量をグラフ表示する際は、TeSSがテナントからの表示要求をBMSに通知し、BMSでエネルギー使用量を集計しグラフ化して、TeSSに受け渡す。TeSSはその結果を受け取って、テナントユーザー向けに表示する。

TeSSは、外部のネットワークと接続するため、BASのネットワーク保護目的で、FW(ファイアーウォール)を介してBASと接続している。そのため、TeSSとBMSとの通信では、FWで通信ポートを開けている、HTTP通信(ポート:80)を利用した。また、開発効率と拡張性の高さを考慮し、XML形式データを受け渡す方法で開発した。

9. おわりに

今回、省エネ法の改正を契機にテナントのエネルギー見える化機能を開発したが、機能目的はテナント居住者の省エネ活動推進である。今後、オンラインでのBASとテナントの接続、およびテナントへの情報提供ニーズは、増えていくものと想定される。そこでテナントが求める情報は、テナントによって様々であり、世間情勢によっても変化していく。さらに、BASやBMSの利用者であるテナントビルオーナーやビル管理者と違い、テナント居住者の要求は、機能・デザイン・操作性・接続方式など、多角的であると想定でき、IT環境の変化により、その要求の変化も大きい。

今後は、このような状況の中で、テナントひいてはビル居住者の省エネ活動に寄与する機能、そして「見える化」の次にある機能とは何かを捉え、システムの機能として展開していく取組みを実施していく。

<商標>

Excelは、米国Microsoft Corporationの米国およびその他の国における登録商標または商標です。

<著者所属>

鈴木 仁美 ビルシステムカンパニー
開発本部開発1部

