

電力の見える化システムの設計と実装

Design and Implementation of Visualization System
of Electrical Power Consumption

武田 利浩[†] 平中 幸雄[†] 多田 伸吾[‡] 境 修[‡] 金内 秀志[‡]
Toshihiro Taketa Yukio Hiranaka Shingo Tada Osamu Sakai Shushi Kanauchi

1. はじめに

山形県の製造業は下請け加工型の中小企業が多く、大型設備投資による省エネ対策が遅れている。その結果として全国での CO2 排出量が 1990 年度比-2.0%に対し、山形県では+2.9%と逆に増加している。国内炭素排出の総量に占める中小製造業の割合は約 6.5%と大きく、日本全体としても、いままで取り残されてきたこの部分の低炭素化対策をすすめることが、輸送部門、一般家庭部門に次ぐ大きな課題になってきている。

これまでの中小工場における電力消費の把握は電力会社からの請求金額によるものが主であり、受電盤でのデマンドデータ記録や、照明、空調、コンプレッサなどの設備稼働状況の把握、生産設備の原単位管理など実際の改善策につながる「見える化」については、担当職員の不在、省エネ危機意識の低さから、遅々として進んでいないのが実情である。潜在的に電力消費の無駄があってもそれがどこなのか把握できず、専門家による診断すら困難である。スマートグリッド[1]の構想が実現すれば、これらの問題は解決できると考えられるが、実現には課題が多い。中小企業が手軽に利用できる簡便な方法が求められている。

本論文では、中小企業が簡便に利用可能な、電力の見える化システムの設計と実装を報告する。本システムは、可搬型スマートセンサ、センサデータ用 XML-DB、電力等データの可視化システムから構成される。以下の章で、順に説明する。

2. 可搬型スマートセンサ

経済的に体力のある大企業は、スマートセンサを導入し、積極的に省エネ活動に取り組み成果を上げている。しかし、ものづくりを行っている中小企業では、「費用対効果がわからず社内での取り組みが進まない」、「現状分析はエネルギー使用量の総量でしか把握していないため、どこから手をつけていいかわからない」などの理由から具体的な取り組みが進んでいないのが現状である。

そこで我々は、中小工場内のエネルギー使用量を細分化して分析可能とするため可搬型スマートセンサを開発することとした。設置の負担を軽減するために次のような要件を定めた。

- 設置を容易にするため、無線通信を用いる。
- スマートセンサは、バッテリー駆動とする。
- 電力のほか、温度・湿度等の環境物理量の測定も可

[†] 山形大学, Yamagata University

[‡] 山形県工業技術センター, Yamagata Research Institute Of Technology

能とする。

上記の要求を満たすために、可搬型スマートセンサは、ZigBee 通信を採用したセンサ機器 (テクノ・モリオカ株式会社製の WiMoS) とリチウムイオン電池 (エナックス株式会社製の SEVA) を用いて実装した。測定したデータは、ZigBee 通信によって、管理 PC (WindowsXP) 上で動作する制御ソフトウェアで集める事ができ、CSV 形式で保存される。実装した可搬型のスマートセンサと管理 PC をそれぞれ、図 1 (a) と (b) に示す。

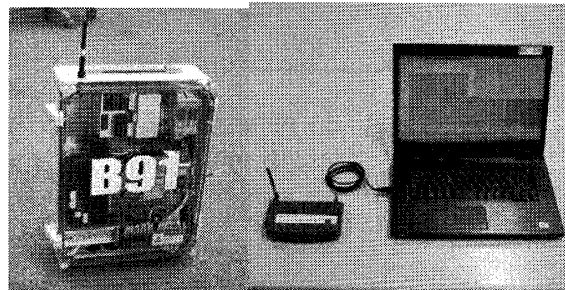


図1 (a) 可搬型スマートセンサ (b) 管理 PC

3. センサデータ用 XML-DB 設計

可搬型スマートセンサによって計測された電力等のデータは、管理 PC に集められ、CSV 形式のデータとしてファイルに保存されるが、ZigBee による通信では、同一の工場や構内でのデータの集約しか行うことができないため、中小工場全体のデータを把握するためには、複数の管理 PC からの計測データを集約する必要がある。さらに、広域に分散する計測データを集約し利用するためには、インターネット経由でデータ集約・蓄積する仕組みの開発が必要である。

将来的には、可搬型スマートセンサ以外からのデータも統一的に扱える事が望ましいと考えられるので、WiMoS のデータ形式を扱え、かつ、汎用的なセンサデータ用 XML-DB を設計する。そのために、まず、センサとセンサデータを扱うために、以下のようにオブジェクトを定義した。

(1) センサグループオブジェクト

センサ群には、意味のあるまとまりがあり、そのまとまりをセンサグループオブジェクトとする。センサは、設置場所に応じて、管理の区分が異なるべきである。県内の中小工場における電力量等のデータを収集することを想定すると、それらのデータは、工場毎にグループ化され、参照などの権限もその単位で与えられるべきであ

```

<sc_group id="ymgt_yz_001">
  <name>山形大学センサー群001</name>
  <description>米沢キャンパス</description>
  <sc_node id="C9084" type="WiMoS">
    <port id="AD1" type="ADin">
      <port id="Count1" type="Counter">
        <data_sequence>
          <data save_time="2009/12/07 00:00:06"
            recive_time="2009/12/07 00:00:06">
            <value id="AD1" unit="V">
              <value id="Count1" unit="kWh">

```

図2 センサデータの記述例

る。センサグループオブジェクトは、センサノードオブジェクトから構成され、名前、説明を持つ。

(2) センサノードオブジェクト

各センサは、センサノードに附随するものとして抽象化する。これは、物理的な装置を素直にモデル化するものである。各センサノードは、名前、説明、設置場所、入出力ポート（接続されたセンサ）の情報を持つ。

(3) 入出力ポートオブジェクト

各入出力ポートオブジェクトは、接続されたセンサや計測対象の情報を記述するために、名前、説明、単位の情報を持つ。

(4) 計測データオブジェクト

計測データは、センサノード中に格納されているものとして抽象化を行う。したがって、データを取得する際には、センサグループの指定、センサノードの指定、データの指定の順に行うことになる。

上記のオブジェクトに基づいて、センサデータ用 XML を定義し、XML-DB を実装した。集めたデータを柔軟に扱うために、XQuery[2]をサポートする DB2 を採用した。管理 PC 上で動作し、CSV ファイルを読み込み、XML-DB に送信するプログラムを実装した。

4. 電力等データの可視化システム

可搬型スマートセンサによって計測された電力等のデータは、いったん管理 PC に集められ、本研究で開発したセンサデータ用 XML-DB に格納される。格納された電力等のデータから、グラフを描画するなど、利用者にとって分かりやすいような可視化の必要がある。

インターネットでの利用を考えると、Web ブラウザで実行されるのが都合がよい。センサデータの格納には、XML-DB を用いているので、可視化システムは、Ajax 技術を用いて実装するのが自然である。グラフの描画には、JQuery の Flot プラグインを用いた。バックエンドの処理は、JSP を用い、XQuery によってデータを取得し、加工する事とした。図3に電力と温度のグラフの描画例を示す。

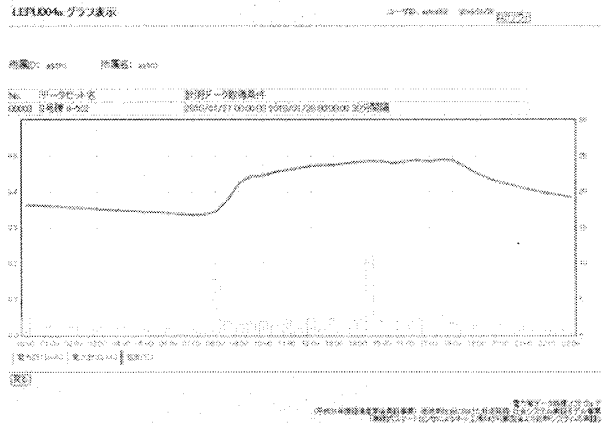


図3 電力と温度のグラフ描画例

5. おわりに

本論文では、中小企業で簡単に利用可能な、電力の見える化システムの設計と実装を報告した。本システムは、可搬型スマートセンサ、センサデータ用 XML-DB、見える化システムから構成される。電力の見える化システムのプロトタイプ開発を行い、その動作を確認することで、設計を検証した。

今後の課題として、次の3点をあげる事ができる。

(1) 電力等のセンサデータからの電力消費予測。

デマンド制御を行うためには、電力の消費予測が不可欠である。そのために、スマートセンサによって計測されたデータを分析し、季節的な要因や1日での変動、製品による電力消費の違いなどを把握し、電力の消費予測を行えるようにする事が考えられる。

(2) デマンド制御、省エネのための制御の仕組みの検討と評価実験。

課題(1)によって、予測された電力の消費が、契約電力を超えるようであれば、機器の電源を切るなどの、制御の必要がある。そのためには、制御のための仕組みの検討と評価実験が必要となる。

(3) データ収集のための通信網の確保。

スマートセンサを設置した企業のセキュリティポリシーにより、設置先の回線を利用できない場合がある。スマートセンサだけでなく、インターネットへの接続についても「可搬型」を実現するのが望ましいと考えられ、携帯電話網や地域 WiMAX の利用の検討を行う必要がある。

謝辞

本研究の一部は、経済産業省平成21年度低炭素社会に向けた技術発掘・社会システム実証モデル事業「無線式スマートセンサによる中小工場向け可搬型省エネ診断システムの実証」として行われた。ここに感謝する。

参考文献

- [1]日経 BP 3誌共同編集,スマートエネルギー,日経 BP,2009.
 [2]XQuery, <http://www.w3.org/TR/xquery/>, W3C.