

自転車型人力発電機の発電量可視化システムの提案

Proposal of Visualization System for the Bicycle-Type Electric Power Generator

ネットワーク情報学部 坂本亘, 天野喜将, 木所文彦, 水野裕和, 二上貴夫, 綿貫理明
School of Network and Information Wataru SAKAMOTO, Yoshimasa AMANO,
Fumihiko KIDOKORO, Hirokazu MIZUNO, Takao FUTAGAMI, Osaaki WATANUKI

Keywords : Visualization, Embedded Technology, Arduino, XBee, Bicycle-Type Power Generator

1. はじめに

世界には複雑に絡み合った難題が山積している。不自然な状態、無理な状態は、時間をかけて、あるいは些細なきっかけで崩壊し、本来あるべき自然な姿に戻る。実際の価値よりもはるかに高い異常な価格で土地が取引された 1980 年代末のバブルは、狂乱の果てに崩壊した。サブプライム問題に始まりリーマンショックで世界を震撼させた金融危機もこの種の現象であった。北アフリカでは「アラブの春」が始まり、カダフィ政権など圧政を強いた長期独裁政権が次々と倒れた。我々がその上で暮らす地盤のプレートもその例外ではない。歪がたまり、耐えられなくなった時に、地震を起して安定な状態に戻る。

2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大地震以降、「節電」「脱原子力発電」が主要なキーワードになり、市場や人々の暮らしに大きな変化をもたらされた。震災以前は、環境問題と言えば「遠い将来の地球環境を守るために」といった、個人の生活に即座に影響を及ぼすものではないことのように思われ、大衆にとってその重要度はあまり高く認識されていなかったように感じられる[1,2,3]。しかし、震災以降は自分たちにとって身近な問題としてエネルギー不足を認識することになり、その重要度が急激に高くなった。夏には政府が電力消費ピークの時間帯における最大電力需要を 15%削減するよう要請し、企業や一般家庭など社会全体が節電対策に取り組んだ。

考えてみれば、電力自給率 4%と極端に低い日本において、それまで湯水のごとく電力を使い放題してきたことはあまりにも不自然な状況であった。震災と放射能汚染という甚大な犠牲を払ったが、これを契機として国のエネルギー政策や日常生活における電力消費の本来あるべき姿を、冷静に考える機会が与えられた。現在の状況は、電力需給の不自然な部分を解消する過程とも観ることができる。東日本大震災から既に 1 年経過したが、原子力発電所が次々と停止し、再稼動が困難な状況にある。将来的に枯渇の不安がある化石燃料は、国際情勢も絡み高騰する恐れがあり、また大気中の CO2 濃度を高め温暖化に

悪影響を及ぼす。そのため電力のコストは今後さらに上昇すると予想される。エネルギーの「省除」「創出」「蓄積」は、我々にとって今後益々重要な課題となる。

今日社会の環境問題に対する意識は衰えることなく、企業は環境ビジネスに力を入れている。消費者は電力消費に関心を持つようになり、太陽光発電システムを取り入れる住宅が増えている。文献[4]では、「太陽光発電システムを取り入れると、電気代に関心を払うようになり、節電意識が高まる人が多い。エネルギーを効率的に運用しようと、省エネ家電やオール電化、蓄電池、EV の購入も検討する可能性が高い」などが指摘された。優れたエネルギー管理システムが導入されたスマートハウスでは、エネルギーの「省除」「創出」「蓄積」を住宅単位で行うことができる。今後はスマートハウスに住み、エネルギーを自産自消するというライフスタイルへの変化が進んでいくと考えられる。また、スマートハウスにおけるエネルギー管理で重要であるものの一つに、エネルギーの動きをよりわかりやすく利用者に表すことが挙げられる。これは“見える化”、“可視化”と呼ばれ、単に消費・創出電力を数値のみで表現するのではなく、グラフなどを用いることでわかりやすく情報を表現することができる。

電力需給の不自然な状況から、やがて顕れるであろう電力逼迫の事態を予見し、綿貫研究室では、2008 年から自転車型人力発電システムの研究を行ってきた[5,8]。運動施設に設置されている複数のトレーニング機器に発電機を装着し、トレーニング時に浪費されている人力エネルギーを電気エネルギーとして回収し、蓄電池に貯蔵して施設消費電力の一部として利用するという着想に基づき、研究は進められている。2011 年度綿貫研究室学生である第 1 から第 4 筆者らは、自転車型人力発電システムをより一層充実させるため、発電量の測定&可視化システムの提案と試作を行った。

本稿では、最初に自転車型人力発電システムの概要と、今年度拡張した部分について説明を行う。その後、発電量の計測&可視化システムとその試作物について説明していく。

2. 自転車型人力発電システム

2.1. 概要

自転車型人力発電システムは、第6筆者である本研究室の綿貫教授が、2008年7月の洞爺湖サミットに関連したイベントから着想を得たものが基礎となっている。利用可能なエネルギーとして、再生可能な太陽光・風力・波力などがよく注目されるが、「人力エネルギー」も有望なものの一つである。この人力エネルギーの一例として、トレーニング時に生じるものが挙げられる。トレーニングをする場所として運動施設があるが、そこではトレーニングによって生じた人力エネルギーを、利用することなく廃棄してしまう。このエネルギーを、運動施設の設備に発電機を取り付けることで回収・蓄電し、施設運営に有効利用できないかと考えた。

また「専修大学をスマートユニバーシティに」をコンセプトに掲げ、体育館への導入を考えている。実現できれば体育館に創エネ施設としての一面を持たせることができ、導入を検討中の太陽光発電システムと併用することで、今まで以上に効率的なエネルギー管理を実現することができる。加えて「スポーツの専修大学」の宣伝効果も見込むことができる。

システム提案と試作には太陽電音(株)、(有)伊藤工業、(財)川崎市産業振興財団の産官学連携体制で取り組み、2010年に自転車型人力発電機を制作した。瞬間最大発電量は500Wに及び、専修大学体育館に設置しエアロバイク(マグネットバイク、ステイショナリーバイク)の代わりに利用してもらうことで実証実験を行うことができる。

2.2. 家電動作・充電実験

自転車型人力発電機によって発電された電力は、将来的には蓄電し、家電などを動作させることを目指している。そこで、はじめに簡単な蓄電や物を動作させる実験を行うことにした。今回行ったものは、DCモーターの動作、携帯電話の充電の二つである。

はじめにDCモーターの動作について説明する。今回使用するDCモーターはRS-380PHというタイプである。このモーターは動作電圧が4.5～9.6Vであるが、自転車で発電時に生じる電圧は最大100Vである。つまり、モーターが動作可能な電圧に降圧する必要がある。そこで、発電された電圧を下げるために降圧回路作成した。作成した降圧回路は、20W10 Ω の抵抗を10個直列に接続した。このことにより、10Vごとに電圧を取り出すことができるようになった。そこで、抵抗ひとつ分をモーターと接続した。実際に自転車を漕いでみると、モーターの動作を確認することができた。

次に、携帯電話の充電について説明する。携帯電話を充電させるために用意したものは次のものである。

- ・降圧回路 (モーター駆動に使用したもの)
- ・シガーソケット→USB変換機
- ・携帯電話 USB 充電ケーブル

携帯電話の充電に USB ケーブルを使用することから、自転車型人力発電機によって発電された電圧を 5V にしなくてはならない。そこで、モーター駆動の時と同様に降圧回路を用いて電圧を下げる。だが、充電するためには電圧の変動が多くあってはいけない。そこで、降圧回路と USB 充電ケーブルの間に DC-DC コンバーターとして動作する、シガーソケット→USB 変換機を用いることにした。これは、12～24V の電圧を USB 電源の 5V に落としてくれる。よって最終的には、モーター駆動に使用した降圧回路の抵抗三つ分をシガーソケット USB 変換機に接続し、さらにそこから携帯電話 USB 充電ケーブルを使い携帯電話を接続した。実際に自転車を漕いでみると、携帯電話の充電ランプが点灯し充電されていることが確認できた。

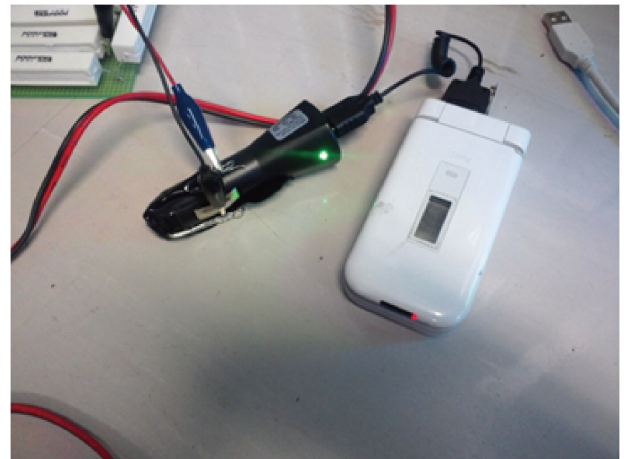


図1 携帯電話充電の様子

3. 発電量可視化システム

3.1. 概要

2011年度、活動開始段階の自転車型人力発電システムは、発電量の表示機能として、LED表示機を備えていた。この表示機は発電電圧に応じてLEDの点灯個数が変化するが、構成部品の性質上、定性的な表示しか行えない。そのため、自転車型人力発電機から出力された電力を定量的に表現するサブシステムが要求された。このシステムは、発電量の「測定」「可視化」を行うことになるため、「GEMS: Generation of Electricity & Monitoring System」(以降GEMSとする)と名付けた。GEMSの全体像を以下に示す。

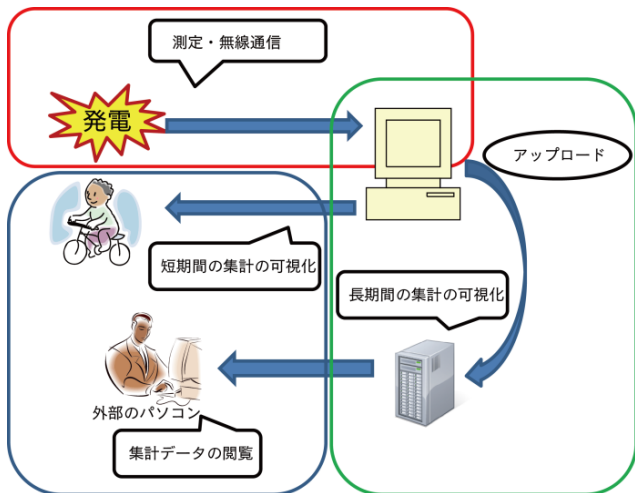


図2 GEMS全体像

自転車型人力発電機から出力された電力を、増設した組込基盤によって測定し、管理端末に測定値を送信して可視化を行う。可視化は自転車型発電機に設置した表示機器、施設内のGEMS組込機器全機を管理する端末、GEMSウェブサーバーにて行われる。管理端末は、可視化の他に測定データをサーバーへ送信する中継器としての役割も併せ持っている。発電量は秒単位で記録することで、詳細な単位で可視化処理を行うことができる。また利用者や施設ごとにIDを発行し、発電量データと併せて記録することで個人・施設・地域・その他グループ単位での参照が可能になる。個人や集団間で発電量に関する競争が可能なので、表現方法を工夫したり発電量データを基にしたゲームコンテンツを考案することで、利用促進が期待できる。特に優れた記録を持つGEMS導入施設や、利用者になんらかの報酬を与えることなども利用促進につながると思われるが、これらの点を充実させることは今後の課題の一つである。

3.2. 発電量の測定

発電量の測定にはArduinoを使用する。自転車型発電機では発電時、最大約100Vの電圧が生じるのだが、Arduinoが測定できるのは0~5Vの電圧である。そこで、自転車からの発電電圧を抵抗によって分圧して測定する。下記のように複数の抵抗を直列または並列に接続し、電圧・電流が適切な範囲に収まるように調整を行った。

- ・R1 : 10K Ω (並列接続 : 20K Ω / 2)
- ・R2 : 300 Ω (直列接続 : 100 Ω × 3)
- ・R3 : 0.2 Ω (並列接続 : 1 Ω / 5)

上記R1、R2、R3を全て直列に接続し、R3をArduinoのGNDに接続する。ここが測定用のGNDであるが、発電された電気を利用する際にはR2とR3の接合点が、外部からの見かけ上のGNDとなる。

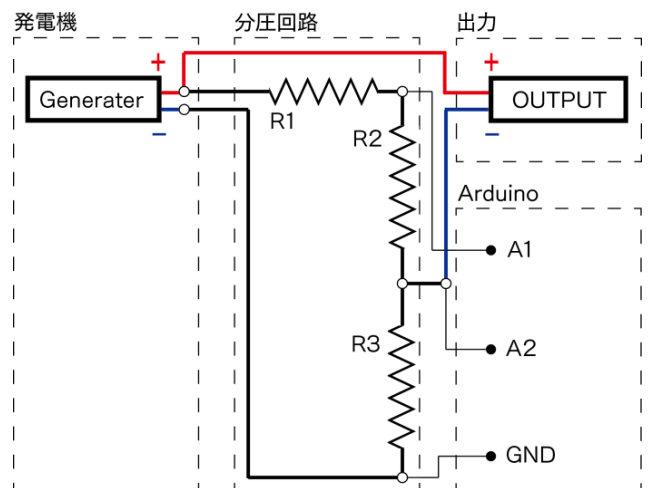


図3 測定回路

Arduinoのアナログ入力端子A1にR1の末端部分を、A2にR2の末端部分を、そしてGNDにR3の末端部分を接続する。そして、10ms毎にV1(図4中A1端子電圧)、V2(図4中A2端子電圧)の2つの電圧を測定し、その各データ10個分の平均を実際の測定データとしている。この測定データをPCへ無線で送信し、発電量の計算を行う。この無線通信部分については3.3で説明する。そして、測定された発電電圧のデータを発電量へと計算で求める。その方法は次のとおりである。

① 抵抗によって分圧される前の発電電圧を計算

$$\text{発電電圧} = (V1 - V2) \times (R1 + R2 + R3) / R2$$

② 発電電流を計算

$$\text{発電電流} = V2 / R3$$

③ 発電量の計算

$$\text{発電量} = \text{発電電圧} \times \text{発電電流}$$

このようにして発電量を測定している。実際に利用できる電力は、シャント抵抗R3で電圧降下した後の電力であるが、この誤差は小さい。

3.3. 無線によるデータ送信

Arduinoと端末間は無線でデータの送受信を行っている。ここではその方法について説明する。この無線通信を可能にするために、XBeeというモジュールを使用する[6]。シールドを用いてArduinoでXBeeを使えるようにする。測定した電圧データは0~1023の1024段階の値で保持されている。これをXBeeによってPCへ送ればよいのだがひとつ問題が生じる。それは、Arduinoのシリアル通信では一度に送信できるデータ量が1バイトであるという点だ。1024段階を表現するには2バイト(正確には10ビット)必要で、測定したデータをそのままでは送信することができない。そこで、測定データを二分割して送信し、端末側で結合することにした。分割の方法は次のとおりである。

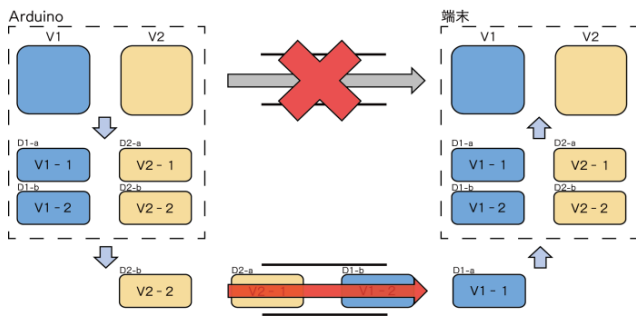


図4 データ送信イメージ

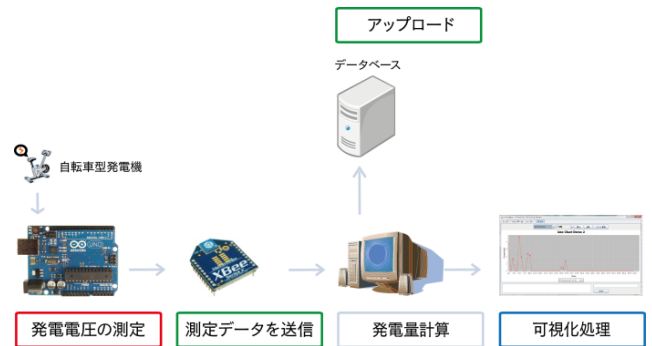


図5 管理端末のシステムイメージ

- ①V1の測定データの低位6ビット分を切り出す
(これをD1-aとする)
- ②D1-aの7ビット目をV1という情報の「0」にする
- ③D1-aの8ビット目を測定データの低位6ビット分である
という情報の「1」にする
- ④V1の測定データの残りの部分を切り出す
(これをD1-bとする)
- ⑤D1-bの7ビット目を「0」にする
- ⑥D1-bの8ビット目を測定データの残りの部分であるという
情報の「0」にする
- ⑦V2の測定データの低位6ビット分を切り出す
(これをD2-aとする)
- ⑧D1-aの7ビット目をV2であるという情報の「1」にし、
8ビット目を「1」にする
- ⑨V2の測定データの残りの部分を切り出す
(これをD2-bとする)
- ⑩D2-bの7ビット目を「1」、8ビット目を「0」にする

このようにして分割した測定データを端末へ送信する。端末側では、送信されてきたデータの7ビット目と8ビット目の値を参照し、もとの測定データに戻す。そして、その測定データから発電量の計算を行う。

3.4. 管理端末

3.4.1. 概要

GEMSにおいて管理端末側で行うのは、「測定機からの測定値無線受信」「受信値の発電量への変換」「利用者・年月日時分秒データを付与して外部ファイルへ記録」「記録ファイルをGEMSウェブサーバーへ定期・任意送信」「外部ファイルを参照した可視化処理」である。

管理用端末は、GEMS 測定用組込機器が設置された運動施設内にあり、専用に開発したプログラムを実行することで機能させることを想定している。試作段階では筆者のノートパソコン、または研究室備品ノートパソコンをプログラムの開発と仮想管理用端末として運用した。プログラムはWindows7 搭載端末上で統合開発環境eclipseを用いてJAVA 言語にて開発した。

現在までにできているのは、「CUI 操作画面」「トップ・ログイン画面」「ランキング・メーター画面」「記録閲覧・グラフ画面」「記録アップロード画面」である。

3.4.2. 内部処理

管理端末で行っている処理は以下の五つである。

- ・ログイン処理
- ・発電電圧データの受信、復元
- ・発電量の計算
- ・発電量のテキストファイルへの記録、アップロード
- ・簡易ランキング

それぞれについて説明する。はじめに「ログイン処理」である。このログイン処理では、発電量の記録時に誰が測定したものかを設定させるために行う。入力されたIDとパスワードがデータベース上のデータと一致するものがあつた場合に、測定システム上のユーザー情報の変更を行う。

次に発電電圧データの受信と復元である。データの送受信には、先に述べたようにXBeeという無線モジュールを使用している。管理端末側では、まずこれが接続されているポートを検索する。また、その前提としてRXTXライブラリを使用することで、シリアル通信が行えるようにしている。ポートの検索にはjWMIというライブラリを使用し、COMポートの監視をしている。XBeeが接続されると、USB Serial Port(番号)という名前が、ポートの一覧にでてくる。これを検索しXBeeと接続している。そして、発電電圧のデータを受信する。受信ができれば、3-3で説明したように電圧データは分割されているので、データの7・8ビット目の情報をもとに復元する。

次に発電量の計算である。これは、3-2で説明したので割愛する。次に発電量の記録とアップロードについてである。発電

量のデータは、テキストファイルに記録される。記録される情報は、ユーザーID、測定時間、施設ID、発電量である。これは、一秒ごとに記録を行っている。この記録されたファイルを、アップロードボタンを押すことによって、サーバー上にアップロードを行うことができる。

次に簡易ランキングについてである。この管理端末では、簡易的に発電量のランキングを付けることができる。発電量の測定時、名前を入力するが、これがランキングに使われる。瞬間最大発電量の上位3人が画面上に表示されるようになる。また、この三人については定期的にテキストファイルに記録される。プログラム開始時にはこの情報を読み込み、前回のランキング情報を表示させることができる。

3.4.3. 可視化処理

メーターやグラフの描画はJFreeChartというライブラリを利用している。メーターにはFloat型の数値を与え、グラフ側は時分単位ならば60個、日単位ならば24個のFloat型数値データを受け取ることで、対応するメーターやグラフを描画した、ChartPanelを返している。以下にメーター画面を載せる。

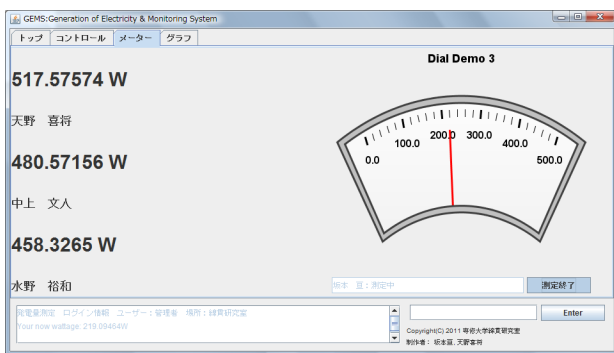


図6 メーター画面

測定は、機能利用者の入力 ⇒ 入力名称で測定開始 ⇒ 自転車型人力発電機の利用 ⇒ 発電量をメーターに逐次反映させて描画 ⇒ 測定中最大発電量を記憶&ランキングに反映 ⇒ 入力名称での測定終了 という流れになる。利用者の入力状態で測定を開始すると、以降に受信した測定値に利用者を付加して記録していく。また、上位三人の記録を外部的テキストファイルから取り込み、利用者の測定中最大発電量が記録を上回った場合にファイルを更新する。更新が行われるとメーター画面の左側にあるランキングパネルが再描画される。

発電量データファイルは、管理端末用プログラムのカレントディレクトリにある測定データ保管用フォルダに記録されている。フォルダ内にファイルがある場合、画面上部のプルダウンメニューに一覧が表示される。閲覧したい日付のファイルを選択し、表示単位を日時分から選択するとグラフが表示される。既定値は分単位になっている。以下がそのグラフ画面である。

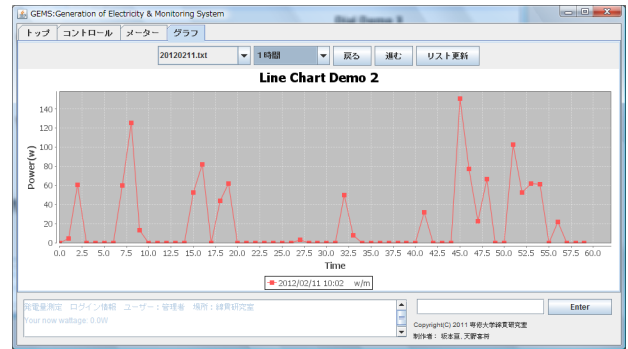


図7 グラフ画面

3.5. オンラインシステム

3.5.1. 概要

この機能は、ユーザーの過去の発電データを閲覧可能にすることで、モチベーションの維持向上を目的として実装した。自宅のパソコンやタブレットなどのオンライン上でどこからでも閲覧できるように、ブラウザベースで作成したことで利便性を高めると共に、実行環境に依存しない「誰でもどこからでも使える」というユビキタスシステムをコンセプトに掲げた。サーバー上で行っている機能は以下になっている。

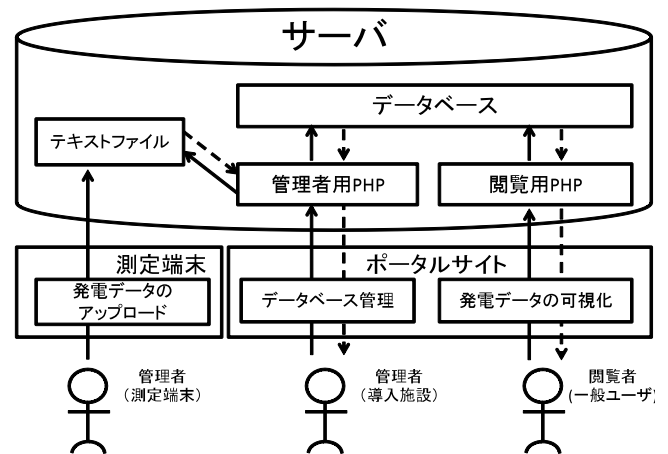


図8 オンラインシステムイメージ

このシステムで想定されるユーザーは三種類ある。一つ目は測定データをサーバーにアップロードする測定端末の管理者。二つ目は発電量のデータやユーザーデータ、位置情報などのデータベースを管理する施設管理者。三つ目は自分が発電した記録などを閲覧する一般ユーザーだ。サーバー側システムでは管理者と一般ユーザーが使用する機能とシステムの構成について説明する。

3.5.2. データベース構成

発電量のデータを管理するためにMySQLを使用した。理由はデータの検索などが簡単にでき、様々なプログラミング言語

から使用が容易であるためである。

データベースのテーブルは以下のように設定した。

表 1 user テーブル

Field	Type	Key
user_id	tinyint(3) unsigned	PRI
login_id	Text	
password	Text	
user_name	Text	

表 1 のテーブルは、ユーザーの情報を格納するためのテーブルである。以下にそれぞれのフィールドの説明を載せる。

user_id: ユーザーを識別するための重複をしない ID。

login_id, password: ユーザーが GEMS のウェブサイトログインするための ID とパスワードを記録する。

user_name: ユーザーの名前を記録する。

表 2 location テーブル

Field	Type	Key
location_id	tinyint(3) unsigned	PRI
location_name	Text	
location_address	Text	

表 2 テーブルは、施設の情報を格納するためのテーブルである。以下にそれぞれのフィールドの説明を載せる。

location_id: 施設を識別するための重複しない ID。

location_name: 施設名を保存する。

location_address: 施設の住所を保存する。Google maps での表示のために使用する。

表 3 electricity_output テーブル

Field	Type	Key
user_id	tinyint(3) unsigned	PRI
time	Datetime	PRI
location_id	tinyint(3) unsigned	
wattage	float unsigned	

表 3 テーブルは、ユーザーの発電量を格納するためのテーブルである。以下にそれぞれのフィールドの説明を載せる

user_id: どのユーザーが発電したかを識別する。

time: 年、月、日、時、分、秒を記録する。

⇒user_id と time の二つで主キーに設定している。

location_id: どの施設で発電したかを記録する。

wattage: 発電量を記録する。

3.5.3. ポータルサイト

ユーザーの利用促進案として以下の機能を実装した。

- ・過去の発電データのグラフ化
- ・ランキング機能
- ・Google maps を使用した施設別の発電量の可視化

また発電データのグラフ化の際には PHP で使用できる PHP/SWF charts というライブラリを使用した。

3.5.4. 発電量のグラフ化

過去の発電データのグラフ化は、期間と利用した施設の二つを選択して、全てのユーザーの発電量のグラフを表示する。期間は 1 年間、1 か月間、1 週間の三つに分けた。さらにユーザーはログインすることで自分の発電量を閲覧することが可能となる。使用方法はユーザーが期間と場所を選択し、サーバーにリクエストを送信する。そして、ユーザーのリクエストに応じてサーバーがデータベースからデータを取り出し、ユーザーにグラフを表示するという流れになる。

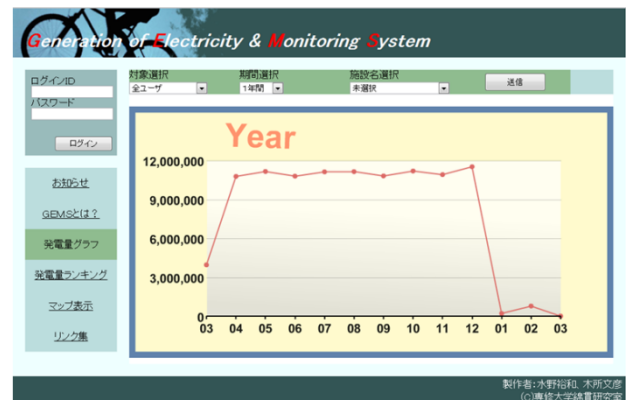


図 9 一年間の発電量グラフ

グラフを表示するための仕組みは、main.php (トップページ) で指定されたリクエストに従い、SQL を生成しデータベースに接続する。データベースから送られてきた検索結果は、グラフ作成用の PHP プログラムでグラフ化できるようにデータを加工し、グラフを表示する。グラフ化の際には、発電されなかった日の発電量を 0 にする処理を行った。その理由は、データベースからデータを持ってくる時、発電した日のデータしか格納されていないことによる。この処理を行わずにグラフ化を行うと、点が一つだけしか描画されないといったことが起きる。さらに、データベース内にデータが無い場合は「データがありません」という表示になってしまう。

3.5.5. ランキング

ランキング機能は、データベースから全てのユーザーの今までの総発電量を求めて大きい順に取り出し、棒グラフで表示する。ランキングに表示されるのは上位十名までに設定した。ランキング機能を用いることによりユーザー同士で競い合い、利用促進につながるのではないかと考えた。ランキングのグラフ化の際、ランキング用のグラフを作成するために PHP プログラムを使い、データベースから以下の SQL 文でデータを取得する。

```
SELECT a.user_id, (SUM(wattage) / 1000) as wat, user_name
FROM user AS a, electricity_output AS b
WHERE a.user_id = b.user_id
GROUP BY a.user_id
ORDER BY wat
LIMIT 10;
```

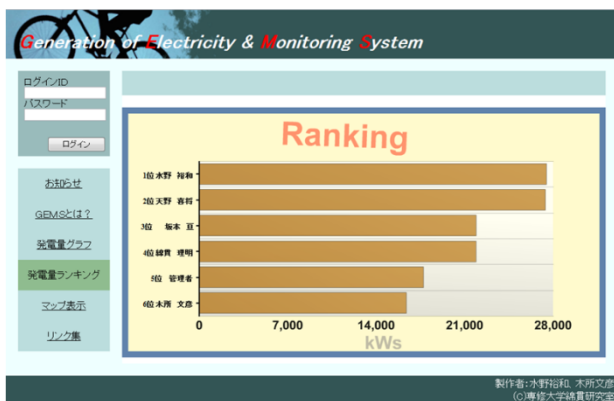


図 10 ランキング機能

3.5.6. 発電量の地図上での表示

施設別の総発電量を表示する際に、どこのあるかを Google maps 上に表示[7]させた。使用方法は、画面下部のセレクトボックスから施設を選択して送信ボタンをクリックすると、Google maps 上で選択した施設の場所と発電量が表示される[9]。

この機能の仕組みは次のようになっている。まず、セレクトボックスを PHP で作成する。施設の情報は、データベースの location テーブルの中に格納されているので、location テーブルから情報を取得している。こうすることにより、導入する施設が増えてもデータベースの中に新しく施設の情報を入力するだけで済むようにした。セレクトボックスの中から施設名を選択したら、選択された施設の location_id がサーバーに送信される。このデータを元に PHP のプログラムを経由し、データベースから施設別の発電量を求める。

しかし、このままでは Google maps 上に表示させることはできない。なぜなら Google maps は javascript で動いているためである。そのため、javascript のコードの一部を PHP プログラムで書き出して実行させている。Google maps 上で位置情報を表示させるには、その施設の緯度・経度が必要になる。Google maps の API には、住所から緯度・経度に変換するための関数があるのでそれを使用している。



図 11 地図上での発電量表示

3.5.7. 管理者用ページ

本システムが、学校の体育館やスポーツジム等の運動施設に導入されることを想定し、特定多数の発電者 (GEMS 利用者) と、施設の情報を管理する機能が必要と考えた。これにより、利用者個人や導入施設毎の発電記録の可視化を実現することが可能になり、データベースへのコマンドラインでの面倒なアクセスの必要も無くなる。

利用する際には、ユーザーがログインする時と同様に、管理者アカウントを入力することで、管理者専用ページから利用できる。アカウントを新規登録するには、ログイン ID、パスワード、氏名を正しく入力しなければならない。不正確な入力 (空白欄、既存データとの重複など) には、エラーメッセージを表示して、データの重複などの問題が起こらないようにしている。アカウントの検索・削除をするには、ログイン ID、パスワード、氏名、ユーザーID (内部処理で使用している通し番号) のいずれかを入力し、ひとつでも一致するアカウントが一覧で表示される。削除したい場合には、その中から選択して削除を行うことが出来る。施設情報には、住所、施設名のデータがあり、こちらも新規登録や検索・削除を先程と同様の手順で行うことが出来る。

ここで登録されたアカウントは、各端末やポータルサイトからログインする際に使用される他、ユーザー毎のグラフやチャートでの集計に使用される。施設情報は Google maps を用いた可視化の場面で使用されている。

4. 外部発表

4.1. ハートフルステージ南百合

南百合丘小学校にて、発電機と測定システムのデモを行った。発電量を可視化することにより、モチベーションが上がることも実証できた。また、端末側のランキング機能を実装することにより競争意識を持たせることに成功した。そして、実際に発電機を漕ぐことにより、発電することの大変さを実感してもらえた。このことにより、環境問題について考えてもらえるきっかけづくりができたともいえるだろう。



図 12 ハートフルステージ南百合の様子 1



図 13 ハートフルステージ南百合の様子 2

4.2. 川崎国際環境技術展 2012

2月10日と11日の両日、本学情報科学研究所の小間として川崎国際環境技術展 2012 に出展した(図 16)。電力測定に加え、サーバー側のシステム[9]の公開を行った結果、多くの来場者に興味を持っていただいた。主な意見として「運動施設に運用されるようになったら面白い」、「発電機の性能よりも導入する環境や他の発電法との比較検証も行うとよい」等、人力発電の今後の発展に期待を寄せる意見が多かった。



図 14 川崎国際環境技術展 2012 出展風景 1

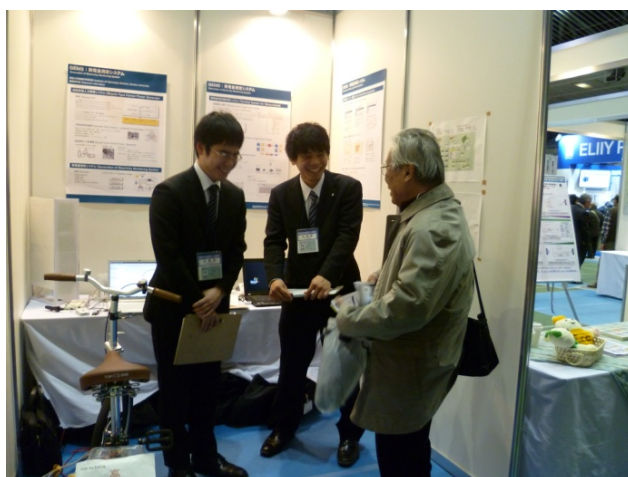


図 15 川崎国際環境技術展 2012 出展風景 2

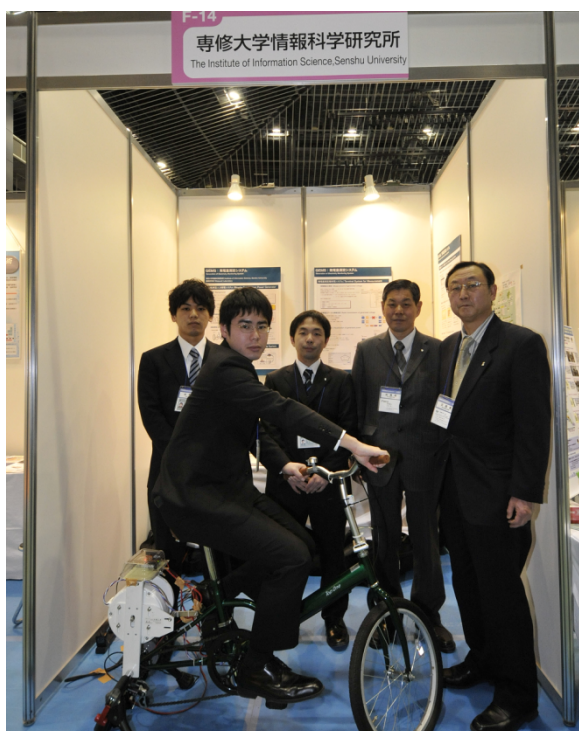


図 16 川崎国際環境技術展 2012 出展風景 3

川崎国際環境技術展 2012 で GEMS についてアンケート調査を実施し 26 名から回答を得た。以下、図 17-1～6 にその結果を図示した。

はじめに回答者の情報である。

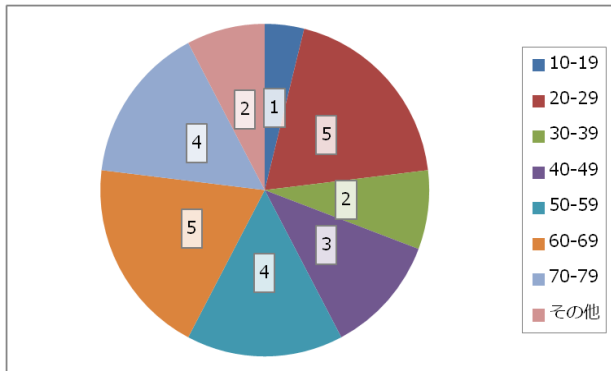


図 17-1 回答者の年齢

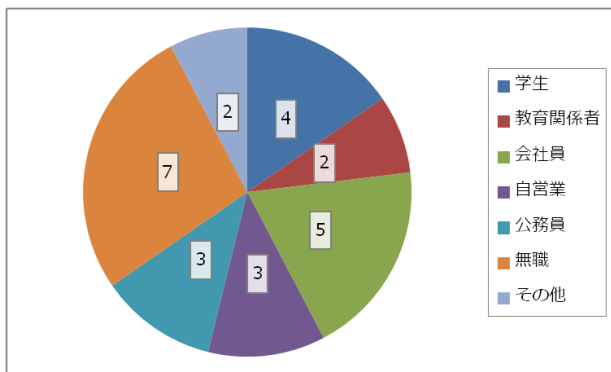


図 17-2 回答者の職業

年齢、職業ともに様々な人から回答を得ることができた。
次にいくつかの質問の結果を分析した結果である。

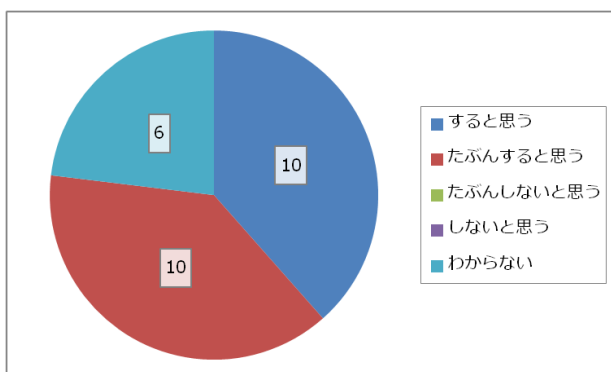


図 17-3 発電設備のある運動施設があったら利用するか

身近に発電設備が導入された運動施設があったら利用する
と思うか質問したところ、利用しないという人はおらず、運動
施設の利用促進に対しても発電設備というものが有効である
と考えられる。

この結果が、運動が身近にある人とそうではない人とでどの
ような違いがあるか分析してみた。

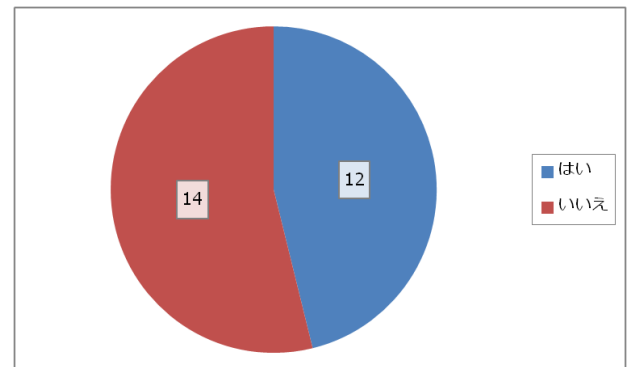


図 17-4 普段トレーニングのような運動をしているか
(運動施設に通っているか)

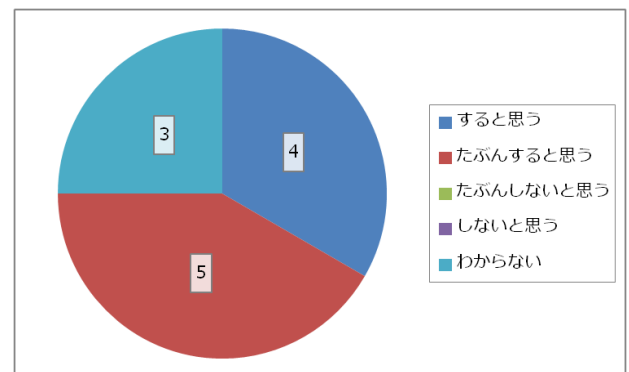


図 17-5 発電設備のある運動施設があったら利用するか
(普段運動をしている人)

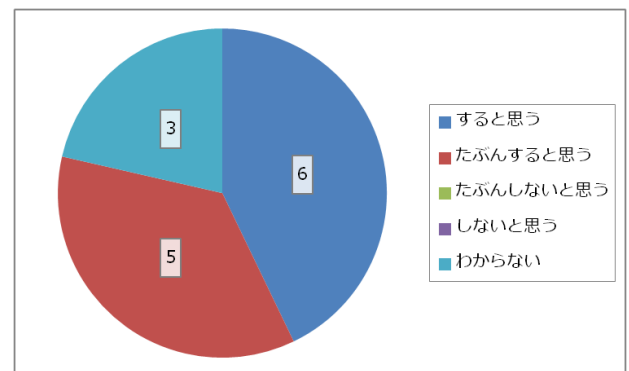


図 17-6 発電設備のある運動施設があったら利用するか
(普段運動をしていない人)

その結果、普段運動をしていない人の方が、発電設備が導入さ
れた運動施設を利用するのではないかと考えているというこ
とが分かった。

これらのことから、発電設備を導入することは、運動施設に
とってもプラスになると考えられる。

5. おわりに

今年度は、昨年までの綿貫研究室の実績である、自転車型人力発電機の拡張として、発電量可視化システムの提案と試作を行うことができた。試作では、組込基盤 Arduino による「発電量の測定」、XBee による「測定値の無線送信」、JAVA プログラムによる「測定値の無線受信」「発電量の導出」「発電履歴の記録」「記録データのアップロード」が実現できた。また、WEB 上では PHP プログラミングによる「発電記録のオンラインでの可視化」、「Google maps 上での表示」および、「データベースへのデータの追加」ができた。

また学部内の中間・最終報告会だけではなく、2011 年 12 月南百合丘小学校で開催されたハートフルステージ南百合、2012 年 2 月とどろきアリーナで開催された川崎国際環境技術展 2012 において成果発表を行った。これらの成果発表に対し、かわさきワンセグ(2012 年 2 月 7 日)、FM 横浜(2 月 10 日)、建通新聞 3 面(3 月 7 日)などで取材・報道された。

1 年間の卒業制作を通じて、情報収集、部品・道具の収集、成果公開の過程で広く社会と関わり、本学の教育理念である「社会知性の開発」を、身を以って体験した。

参考文献

- [1] D・H・メドウズ, D・L・メドウズ, J・ランダース, W・W・ベアランズ三世, 大来 佐武郎 監訳, 成長の限界 ローマ・クラブ「人類の危機」レポート, ダイアモンド社, May 1972
- [2] D・H・メドウズ, D・L・メドウズ, J・ランダース, 茅陽 一監訳, 松橋 隆治 訳, 村井 昌子 訳, 限界を超えて 生きるための選択, ダイアモンド社, Dec. 1992
- [3] ドネラ・H・メドウズ, デニス・L・メドウズ, ヨルゲン・ランダース, 枝廣 淳子 訳, 成長の限界 人類の選択, ダイアモンド社, Mar. 2005
- [4] 相馬 隆宏, 外薗 祐理子, 久川 桃子: 家電量販最大手が仕掛けるスマート化一家庭の電気の“自産自消”を推進, 日経エコロジー, pp.30-31, Aug. 2011
- [5] 青木 豊, 綿貫 理明, 楠 裕行, 人力発電ビジネス EPS(Eco Power Service)の挑戦 - 専修大学ベンチャービジネスプランコンテストに入賞して -, 専修ネットワーク&インフォメーション, pp.25-32, No.14, Jan. 2009

[6] 戸口 裕人, 小菅 拓真, 綿貫 理明, 無線センサネットワークによる環境情報可視化の提案, 情報処理学会 全国大会講演論文集, pp.”3-351”-“3-352”, No.72, Mar. 2010

[7] 堀越 永幸, 玉井 達也, 綿貫 理明, モバイル GPS とマッシュアップ技術によるリアルタイム環境意見投稿システム, 情報処理学会 全国大会講演論文集, pp.”4-905”-“4-906”, No.72, Mar. 2010

[8] 綿貫 理明, 石坂 得一, 嶋 俊夫, 木村 康廣, 産官学連携による自転車型人力発電機の開発と川崎国際環境技術展 2011 への出展 - 自然エネルギーと人力エネルギーの統合と持続可能な社会を目指して -, 専修大学情報科学研究所 所報, pp.45-53, No.77, Nov. 2011

[9] GEMS ポータルサイト,
<http://www.ne.senshu-u.ac.jp/~watanukiken/portal/main.php>

謝辞

本研究を進め、成果を公表するにあたり、多くの方々の協力を得た。

本学情報科学研究所からは人件費など出展のための必要経費を支援いただくことにより、川崎国際環境技術展 2012 への出展が可能となった。専修大学情報科学所長 渥美幸雄教授、同会計担当 関根純教授には出展準備に際し多大なる協力をいただき、出展当日小間においても有意義な示唆をいただいた。情報科学研究所事務局長 飯田周作教授には、サーバーに関して懇切丁寧なる指導をいただいた。

第 1 種電気事業主任技術者である本学管理課 石坂得一氏には電力計測、可視化などに関し貴重な助言をいただき、また環境技術展の小間にも出展者として立っていただいた。

学長室企画課中山力次長には、川崎市との窓口になっていただき、出展の準備を行うことができた。

太陽電音(株)木村康廣代表取締役には、かわさき環境ショーウィンドウモデル事業「風力・太陽光による自然エネルギー発電と、人力発電による安全・安心の備え」の申請と選定表彰式において大変お世話になった。

本学関係者、多くの一般来場者から質問、議論、意見をいただき、出展者自身も理解を深め、また有益な示唆を得ることができた。

以上の多くの方々のご支援、ご指導、ご協力に紙面を借りて感謝の意を表します。