

# 自然エネルギーを利用した 燃料電池発電システムの構築

高橋 尚紀

風力発電，太陽光発電を用いて水素を供給し，燃料電池で発電を行うシステムを構築した。また，発電量をモニターする方法としてフリーソフトの<sup>1)</sup>ListCamを用い5分ごとにデータを取り込んだ。

[ キーワード ] 理科総合 A 燃料電池 風力発電 太陽光発電 水素供給

はじめに

現代の社会では私たちは極めて多量のエネルギーを消費することによって豊かな生活を享受している。しかし，大量のエネルギーの消費には資源の枯渇や地球環境の汚染の問題などいろいろなリスクを伴う。人類の持続的な繁栄のためにエネルギー・環境問題の教育は非常に重要な課題である。

持続可能なエネルギー供給という面では，新エネルギーともいわれる自然エネルギーの利用が脚光を浴びている。しかしながら，自然エネルギーは，非蓄積型のエネルギーであることが多く，安定供給という面で実際の利用に関してはまだまだ問題があることも事実である。

今後のエネルギー供給において注目されているものに燃料電池がある。従来の火力発電，原子力発電等の集中型発電では，発生した熱は廃熱として失われるしかなく，また送電にともなう設備投資や電力のロスの問題がある。しかし，分散型発電である燃料電池は，廃熱を暖房や給湯に利用でき，送電のための設備投資も不要である。試算によると北海道においては，<sup>2)</sup>冬季の暖房費を5万円程度節約できるといわれている。このように効率の高い燃料電池の普及が未だ進まないのは，燃料である水素の供給システムが完成していないためである。

そこで，<sup>2)</sup><sup>3)</sup>非蓄積型エネルギーである風力発電や太陽光発電を利用して，水素を供給するシステムが考えられている。このシステムのモデルを構築するのが本研究の主題である。

本研究では，環境に優しいといわれる自然エネルギー，太陽光と風力を用いた発電を持続的に行い，日々の発電量をモニターするシステムを構築した。また，発電された電気エネルギーを用いて水を分解し，水素を発生させ，その水素を用いて燃料電池を持続的に運転するシステムを構築した。また，構築したシステムと得られたデータについては，理科教育センターの教員研修で受講生に紹介し，北海道における小中高等学校の児童・生徒に還元できるように検討した。さらに，Webページ上に，発電システムの動画や，データを公開し，デジタルコンテンツとして理科あるいは総合的な学習の時間等で利用できるように検討した。

## 1 研究の概要

- (1) 太陽光発電装置を設置し，発電量をモニターするシステムを構築する。
- (2) 風力発電装置を設置し，発電量をモニターするシステムを構築する。
- (3) 発電装置による電気エネルギーを用いた電気分解装置を設置し，水素の発生量をモ

ニターするシステムを構築する。

- (4) 燃料電池を設置し，発電量をモニターするシステムを構築する。
- (5) 発電効率の季節変化や日変化についてデータを集積する。
- (6) 得られたデータをWebページに公開する。
- (7) 得られたデータを北海道立理科教育センターの教員研修で用いる。
- (8) エコロジカルな発電システムのあり方について考察する。
- (9) 燃料電池社会の実現性について考察する。
- (10) 得られたデータに基づき，エネルギーに関する授業の授業プランを作成する。

発電システムについては北海道立理科教育センター物理実験室に置き，Webページによる公開は北海道立理科教育センターのサーバにより行う。

## 2 太陽光発電装置

研究に用いた太陽電池は，以下の特性を持つ。

- ・最大出力 : 63W
- ・最大出力動作電流 : 3.49 A
- ・最大出力動作電圧 : 18.1V
- ・種類 : 単結晶シリコン + アモルファス



図1 太陽電池

## 3 風力発電装置

研究に用いた風力発電装置は，以下の特性を持つ。

- ・ブレード : 5枚羽，エポキシ樹脂製
- ・発電機 : 単相交流発電機
- ・ローター直径 : 580mm
- ・重量 : 5 kg
- ・出力 : 20W



図2 風力発電装置の羽根車

## 4 電気分解器

使用した電気分解器は15Wタイプのものである。3つのセル構造からなっており，サンドイッチ状になった中央のセルから水素を取り出す構造である。両サイドのセルは酸素を出すために設けられている。発生した酸素は気中に放出される。



図3 15W電気分解器

## 5 燃料電池

使用した燃料電池は5Wタイプのものである。5つのユニットからなっており，1つのユニットがデュアルセル（2セル仕様）のサンドイッチ構造である。1つのユニットが1Wの発電を

高橋

行う。



図4 5Wタイプ 燃料電池



図7 ListCamの動作画面

### 6 発電量のモニター

発電量をモニターする方法として、デジタルマルチメーターを用いて直接パソコンに数値データを取り込む方法があるが、今回はCCDカメラを用いて、直流電圧計、直流電流計の画像を5分ごとにコンピュータに取り込む方法を試みた。使用したソフトウェアは、北海道リモートエンジニアリングで作製したフリーソフト「ListCam」である。「ListCam」は定点観測用のソフトウェアで、最短1秒ごとに画像をキャプチャーする。

「ListCam」は定点観測用のソフトウェアで、最短1秒ごとに画像をキャプチャーする。

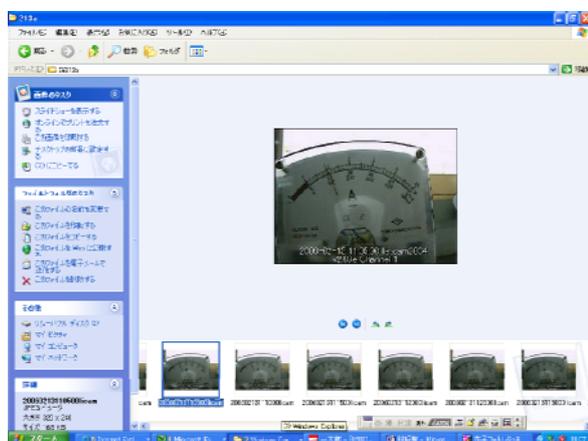


図8 写真ファイル表示でデータを読む



図6 CCDカメラでの撮影



図9 CCDカメラで撮影した直流電流計

今回は5分ごとに、直流電圧計と直流電流計の画像をキャプチャーし、フォルダーに納め、データは、フォルダーを写真モードで開き、読みとった。読みとったデータから電力を計算しグラフ化した。

データをライブでWebページに公開する場合、アナログデータの方が直感的に量的な把握ができ、また、電圧計や電流計の目盛りを実際に読むという点でも教育的効果は高いと考える。



図10 太陽光発電による発電量の時間変化

## 7 結果

図10は、2006年2月13日にモニターした発電量の時間変化である。太陽電池は南の方向に向け、角度は表面に雪が付着しないように水平より55°の角度で設置した。天候は雪時々晴れであり、発電量が4Wを超えた時刻と日差しがあった時刻は一致する。太陽電池が向いている方角は固定されているため、時刻によって太陽光の太陽電池に対する入射角度が異なるため、時刻により発電量が変化する。また、当然のことであるが、天候による影響が大きく、また、日没とともに発電は停止する。このような具体的なデータによって、非蓄積型エネルギーの問題点がクローズアップされる。



図11 研修講座での紹介

## 8 研修講座での紹介

システム構築後、理科教育センターで実施された小学校アドバンス講座において、太陽光発電による水素供給システムと燃料電池による発電の説明を行った。説明後、受講生から多くの質問が寄せられ、受講生の燃料電池に関する関心が高まったと考える。

おわりに

高等学校理科総合「資源・エネルギーと人間生活」、ア 資源の開発と利用 (ア) エネルギー資源の利用において、「蓄積型の化石燃料と原子力及び非蓄積型の水力、太陽エネルギーなどの特性や有限性及びその利用などについて理解させる。」ことがあげられている。自然エネルギーを教材とする場合、実際の発電の様子を教材とすることは、エネルギーに関心を持たせるために有効な手段である。しかし、実際に学校において、風力発電、太陽光発電を継続的に行いデータをとっていくことは難しい。また、燃料電池による発電も同様である。そのため、発電の様子を継続的にWeb上で公開することを考えた。現在、公開に向けた研究を進行中であるが、画像キャプチャーソフトを用いることで、アナログデータを公開する条件が整った。今後の公開に向けて準備を進めたい。

なお、この取り組みは、平成17年度日本学術振興会科学研究費補助金(奨励研究B)により実施することができた。

## 参考文献

- 1) ListCamホームページ [http://www.clavis.ne.jp/~listcam/index\\_j.ssi](http://www.clavis.ne.jp/~listcam/index_j.ssi)
- 2) 本間琢也 図解燃料電池のすべて pp.14-16 pp.114-117 工業調査会 2003
- 3) 燃料電池研究会 トコトンやさしい燃料電池の本 pp.116-117 日刊工業新聞社 2001

(たかはし ひさのり 物理研究室長)

高橋