

太陽エネルギーを有効利用するための環境学習教材の開発

Development of Educational Materials for Efficient Use of Solar Energy

鹿股 葵^{*1}, 千田 和範^{*2}
 Aoi KANOMATA^{*1}, Kazunori CHIDA^{*1}
^{*1}釧路工業高等専門学校
^{*1}Kushiro National College of Technology
 Email: s130704@cc.kushiro-ct.ac.jp

あらまし：近年では大気汚染やエネルギー不足などの問題を受け、化石燃料以外の新エネルギー源として太陽光・風力・地熱などの自然エネルギーを用いた発電方法が注目されている。本研究では環境学習教材の開発を目標に太陽光を利用した発電を例に上げて自然エネルギーを有効に利用する方法について理解を深めていくと共に、自然エネルギーを用いた発電方法を学ぶことで電気に関する知識を身につけることを目的とする。

キーワード：学習教材、環境利用、太陽光発電、自然エネルギー

1. はじめに

石油などといった化石燃料の埋蔵量減少によるエネルギー不足、燃やすことで発生するCO₂による地球温暖化や、大気汚染の問題が世界中で問題視されている。しかし、このような問題がある中、近年では化石燃料以外の太陽光・風力・地熱といった自然から得られる新しいエネルギー源を生活に活用する方法が注目を受けている。自然エネルギーは化石燃料で問題となっている部分を解決することが可能であることから、これから更に研究され、よりエネルギー源から取り出せるエネルギー量が増えるなど将来的な発展を見込むことができる。本研究では、これからの未来を担う中・高校生が自然エネルギーの有効性を理解し、その利用方法に興味を持てるように太陽光発電の発電量を求め、比較検討するという環境学習教材を開発する。

2. 環境学習教材開発の概要

従来の問題を解決できる自然エネルギーはこれから更に研究が重ねられることで将来、化石燃料の代替エネルギー源として重要視されると予想される。

このことから、太陽光発電を例に挙げ、自然エネルギーへ興味を持たせるような環境学習教材の開発を目標として研究を行った。その構成図を図2.1に示す。本教材の流れとして、まず始めに太陽光発電に関する

基礎的事項を、文献等を利用して調べ学習を行う。太陽光発電は自然エネルギーの一つである太陽の日射を利用した発電方法で、太陽光パネルを構成するセルに日射を当てることで発電を行う。発電された電気は直流だが、インバータなどで交流へと変換する。太陽光発電にはエネルギー源が無尽蔵にあるなどのメリットがあるが、周囲の環境で発電量が左右されてしまうなどのデメリットも存在する。これからの節では、それらを考慮した上で太陽光発電のパネル配置や日射量を設計し、太陽光という自然エネルギーを使用した発電方法について比較検討を行ってもらう。

3. 日射量計算・パネル配置の設計

太陽光発電を考えるには太陽高度角や日射量、周囲の環境を調べ、それによる太陽光パネルへの影響を考慮しなければならない。しかし、実際に現地へ行き実験を行うには困難が伴う。そこで、学生にはその場ですぐに調べることのできる緯度や経度などから、これらの値を導き出してもらう。

また、例として北海道釧路市2月11日の13時のデータを用い、緯度や経度、発電量、日射量や日影長さなど、本研究で計算に使用した、もしくは導出した値を表4.1に示す。次に設置予定場所での日射量やパネルの配置方法について検討を行うため、次節では日射量の計算に用いる太陽高度角について述べる。

3.1 太陽高度角

太陽高度角により日影や日射量は刻々と変化する。そこで日影長さや日射量を導出する前に太陽が時間変化でどれ程の高さに位置するのか文献[1]の太陽高度角導出の式を用いて計算する必要がある。太陽高度角を導出するにはパネル設置予定地となる場所の緯度・経度・元旦からの通し日を決めなければならない。これらのデータから太陽赤緯、時刻角、太陽高度角の順に導出を行うことで、時間や場所で太陽高度がどれほど変化するのか学習してもらう。

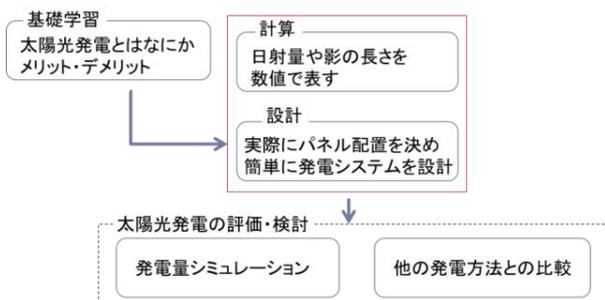


図 2.1 教材の構成図

表 4.1 計算に使用した値と太陽高度角・日射量

緯度(°)	42.985
経度(°)	144.38
元旦からの通し日	42
太陽赤緯(°)	-14.28
13時の時刻角(°)	15.07
太陽高度角(°)	31.078
太陽定数(Wm ⁻²)	1367
地球来洋館距離とその平均値の比	1.02
大気上端日射量(Wh)	210.57
可照時間(h)	10.3
アメダス観測日照時間(h)	10.1
日平均水平面全天日射量(Wh)	156.8
パネル傾斜角(°)	30
散乱日射量(Wh)	30.89
直達日射量(Wh)	125.9
斜面散乱日射量(Wh)	28.82
斜面直達日射量(Wh)	117.98
日平均斜面日射量(Wh)	146.8

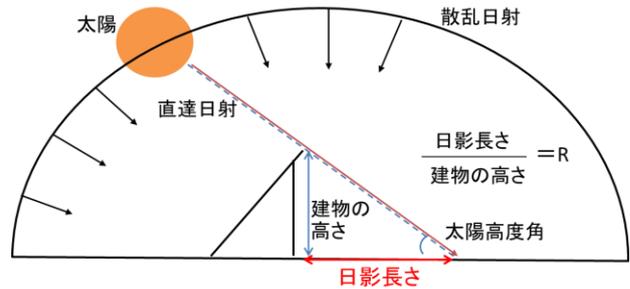


図 4.1 各日射量成分と日影長さ

表 5.1 SHARP 製 ND-165-AA 仕様

公称最大出力(W)	165
変換効率(%)	14.3
外形寸法(mm)	1165×990×46

3.2 日射量

日射量は太陽高度角や日照時間が変化すると共に大きく変化する.そこで文献[2],[3]の日射量導出の式を使用して,大気上端日射量,水平面全天日射量,斜面全天日射量の順に導出を行う.各日射量のうち,文献[2]の式を利用して始めに大気上端日射量を求めるが,これには太陽定数,太陽・地球間距離が必要である.そこでまずはこの値を調べ,地球の公転で大気上端日射量に変化することを学習する.次に,大気上端日射量は天候で減衰するため,可照時間を考慮することで水平面全天日射量が導出できる.このことから天候による日射量変化を理解する.

以上より地面に降り注ぐ日射量が導出できたため,太陽光パネルで用いるために斜面の日射量を考える.文献[3]と図 4.1 を参考に水平面全天日射量を直達成分と散乱成分に分離した後にパネルの傾斜角,太陽高度などから表斜面で受ける日射量が求められる.ここまでの学習で太陽の位置,その日の天候などを考慮した日射量の導出を行うことで,日射量は逐一変化するため太陽光発電はいつでも期待した発電量を得ることができないと理解することに繋がる.

3.3 日影長さの導出

太陽光発電ではパネル周囲にある建物による日影を考慮し,受光部が隠れないよう周囲の環境とパネル間の距離を調整することで発電量の大幅な増加が期待できる.そこで,図4.2より日影長さの計算を行う.なお,パネル前方に配置されていると想定する建造物の高さは3m,想定時刻を13時として日影長さLを求める.

$L=H \times R$

$R=\cot(h)$

ここで H:建物の高さ h:太陽高度角 とする. 以上より,このときの影は $L=5.27m$ となる.

4. 発電量の導出と一般家庭との比較

文献[4]の式より求めた日射量と設置するパネルの寸法,公称最大出力を利用することで太陽光パネル

の発電量を次式の通り導出することが可能となる.

発電電力: $A=Z \times N \times k$

Z:パネル定格出力 N:斜面日射量 k:熱・汚れ損失係数

ここで,本校ものづくり実験棟で使用している太陽光パネルを用いて発電量を試算してみる.このパネル仕様を表 5.1 に示す.また,太陽光発電は熱によって発電量が下がるという特性を持っていることや,パネルの汚れなど,外的要因で発電量が下がる損失係数は企業や個人が発電量をシミュレーションした際によく用いられている $k=0.7$ とした.これを含めて計算を行うと一日の発電電力量は $16955.4 [Wh]$ となる.一般家庭の一日に使用する電力量は約 $10000 [Wh]$ であるため,パネル 1 枚で発電を行った場合,使用電力量の約 1.6 倍の発電が行える.このことより,一般家庭の電力をまかなうことに関して太陽光発電が有効なことがわかる.

5. まとめ

日射量と日影長さがわかることでパネル周囲の環境を考慮した発電量計算を行うという電気に絡めた自然学習教材を開発することを行った.今後の課題として,発電量のシミュレーション精度の上昇が挙げられる.

謝辞

本研究の一部は,平成 24・25 年度総務省戦略的情報通信研究開発推進制度(SCOPE)・地域 ICT 振興型研究開発に関わる研究開発課題の成果である.関係各位に感謝の意を表す.

参考文献

- (1) 物理のかぎしっぽ 球面三角形の角度
- (2) 桑形恒男:アメダス地点における全天日射量の推定法 pp.1-2(2005)
- (3) 太陽光発電 斜面日射量の推定プログラム, URL: <http://www.enjoy.ne.jp/~k-ichikawa/sunShineErbs1.html>
- (4) NEDO: 大規模太陽光発電システム導入の手引書 p41~44 (2012)