

レドックスフロー蓄電池の蓄電能力と再生可能エネルギーの発電能力に関する研究

群馬工業高等専門学校

学生会員

○山口恵子

群馬工業高等専門学校

正会員

田中英紀

1. はじめに

東日本大震災と福島原子力発電所の原子力災害により、我が国のエネルギー政策の見直しが迫られている。そのような問題の解決策として、再生可能エネルギーの積極的な利用が求められている¹⁾。また、災害時に電力不足に陥った要因として、常時、蓄電を実施していなかったこと挙げられる。

そこで、本研究では校内に設置した、ピコ水力発電機、太陽光発電機、風力発電機を用いて、再生可能エネルギーの発電能力の調査を行う²⁾。また、次世代型の電池として近年注目されている、液体電池（レドックスフロー蓄電池）を用いてその蓄電能力を調査する。

2. 実験概要

2.1 実験機器の性能

2.1.1 発電機

①ピコ水力発電機

- ・発電可能量：最大 300 (W)
- ・サイズ：水車直径 560 (mm)
水車幅 400 (mm)

- ・重量：55 (kg)



図1 ピコ水力発電機

②太陽光発電機

- ・最大電力量：150 (W)
- ・電圧範囲：0～30 (V)
- ・定格電流：12 (A)
- ・最大電流：25 (A)



図2 太陽光発電機

③風力発電機

- ・最大出力：130 (W)
- ・定格出力：50 (W)
- ・定格風速：8 (m/s)
- ・発電開始風速：3.5 (m/s)
- ・直径：950 (mm)
- ・定格出力電圧：12 (V)
- ・本体重量：約 10.5 (kg)



図3 風力発電機

2.1.2 液体電池

- ・定格電圧：12.5 (V)
- ・使用可能電圧範囲：10.5～15 (V)
- ・定格電流：20 (V)
- ・電解液：90 (L)
- ・電池容量：1.6 (kwh)
- ・電解液使用温度：10～40 (°C)

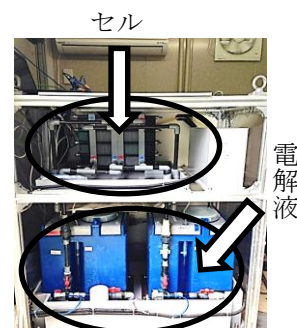


図4 液体電池

液体電池は、安全性が高く長寿命であり、かつ低コストという長所をもつ。

2.2 電力に関連する因子の調査

各発電については以下の関係性を調査した。

- ① ピコ水力発電：流量 (ℓ/s) と電力 (W)
- ② 太陽光発電：照度 (lx) と電力 (W)
- ③ 風力発電：風速 (m/s) と電力 (W)

2.3 液体電池の蓄電調査

液体電池について以下の調査を行った。なお、②と③の実験は設置の液体電池より、1/100 に縮小した小型電池を用いて行った。

- ① 液体電池の蓄放電量
- ② 時間経過による蓄電能力低下の有無
- ③ 携帯電話の充電への適用性

3 実験結果及び考察

3.1 発電量調査結果

①ピコ水力発電

図5に回転数と流量に対する電力を示す。

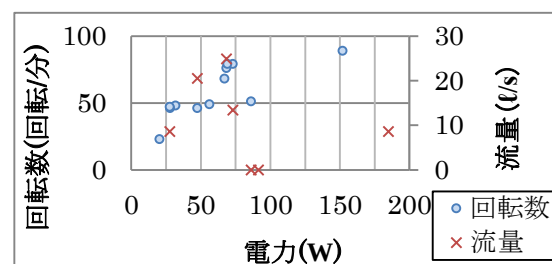


図5 回転数・流量と電力

キーワード ピコ水力発電、太陽光発電、風力発電、レドックスフロー蓄電池

連絡先 〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽町 850 群馬工業高等専門学校 TEL 027-254-9184 E-mail:htanaka@cvtl.gunma-ct.ac.jp

図 5 より水車の回転数は電力と正の相関がみられるが、回転数が 40～80 回転のとき電力はほぼ同じである。電力と流量には現段階では強い関係性はみられない。

②太陽光発電

図 6 に照度に対する電力を示す。

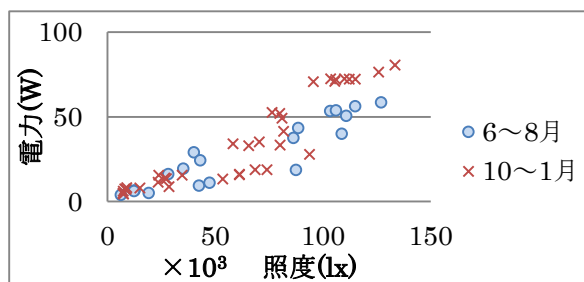


図 6 電力と照度

電力は季節に関係なく照度と強い正の相関があるといえる。100×10³(lx)までは夏季も冬季もほぼ同じデータの分布を示すが、それ以降は、夏季より冬季のほうが 10～20(W) 増加することがわかる。

③風力発電

図 7 に風速に対する電力を示す。

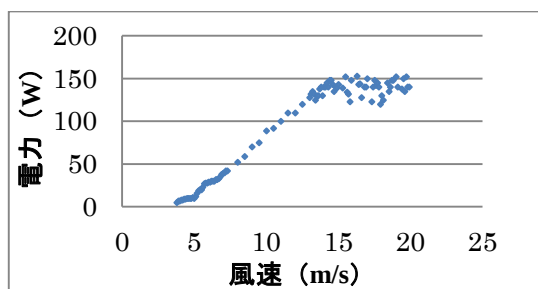


図 7 電力と風速

風速 12(m/s)までは電力と比例関係にあり、それ以降は 120(W)から 150(W)の上限値が推移している。

3.2 液体電池の蓄電性能

図 8 に、電池の蓄放電による変動を示す。

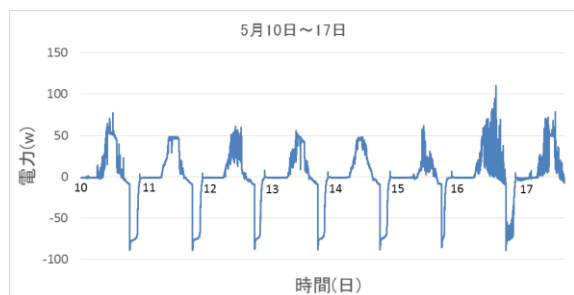


図 8 電池の蓄放電

図 8 において、正の値が蓄電、負の値が放電を示している。放電は、毎日 2 時間程度、テニスコートの照明として 20(W)の電力を 4 台使用している。図の正の値の面積がその日の蓄電量、負の値の面積が放電量を

示すことになる。電池は満充電から蓄放電が繰り返されているため、電力 0(W)は満充電 1.6(kwh)の蓄電量を初期値としている。よって放電量のピーク値が蓄電量を超えても、電力がマイナスになることはない。

小型液体電池の蓄電時間を表 1 に示す。

表 1 蓄電時間

回数	蓄電時間
1回目	2:17'53"
2回目	2:00'50"
3回目	2:07'8"
4回目	2:09'50"
5回目	
6回目	2:06'25"

表 1 より、小型電池が満充電される時間は 2 時間程度とわかる。次に、電池の放電状況を表 2 に示す。最大まで蓄電を行った後、放電(携帯電話の充電)を行った。この時、放電は携帯電話の電池残量が 30%の状態から充電を行ったものである。表 2 に示す時間は電池の電力残量がほぼゼロになった時間であり、括弧内の数値は、その時の携帯電話の電池残量を示す。

表 2 放電時間

回数	放電時間		
	満充電直後	1日後	2日後
1回目			28分(57%)
2回目		25分(53%)	
3回目	35分(68%)		
4回目	30分(63%)		

表 2 より、満充電直後でも 65%程度までの充電で終了することがわかる。電池の満充電から 1 日後の蓄電能力は電池充電直後と比較すると低下はしているが、2 日後でも低下の度合は変わらないことがわかる。

4. まとめ

水力は水車の回転数に、太陽光は照度に、風力は風速に密接な関係があることがわかった。液体電池については時間経過によって蓄電能力の低下がややみられた。現段階では蓄電時間に大きく差はないが、今後実験回数を重ねて蓄電能力を明らかにする。今後は水力発電については年間の調査を行い、流量との関連性も深めていく。液体電池は蓄放電回数を増やし、耐久性の調査を引き続き行う。

5. 参考文献

- 1) 東日本大震災以降の再生可能エネルギー政策に対する考察
http://mitizane.ll.chiba-u.jp/metadb/up/AA12170670/2011no.23_76_97.pdf (参照:2014 年 9 月)
- 2) 環境省 小水力発電情報サイト(参照:2014 年 10 月)
<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/shg/page01.html>