

カーボンニュートラルのための水素利用

～再生可能エネルギーの安定した利用を目指して～

京都府立桃山高等学校 太陽光水素エネルギー班
【キーワード】 水素 太陽光 カーボンニュートラル

嶋田晴香 橋本佳希

1 はじめに

現在日本では様々な発電方法で生活に必要な電力を賄っている。その過程で発生する温室効果ガスが地球温暖化防止のための大きな課題となっている。課題解決の方法として再生可能エネルギーを用いた発電というものがあるが発電した電気の量と使用する電気の量を一致させなければ電化製品を使用できなくなるという欠点がある。そのため現在は再生可能エネルギーの発電量を抑えることで火力発電所などで調整できるようにしている。そこで私たちは再生可能エネルギーの規模を縮小し各家庭に太陽光パネルを設置し発電した電気を各家庭で水素に変換して貯蔵しておき必要なときに使えるようにすればこの欠点を解決できるのではないかと考えた。そのためこの発電方法のエネルギー変換効率を求め京都市をモデルにしてカーボンニュートラルの達成を目標としたシミュレーションを行う。

2 目的

エネルギー変換効率を求めるため一定の電気での水素の発生量と燃料電池の発電量を求めた。

実験1 電気分解で発生する水素の発生量の計測

純水に溶質として炭酸水素ナトリウムとセスキ炭酸ソーダ（炭酸水素ナトリウムと炭酸ナトリウムの複塩）の二種類を使用して二種類の水溶液を作った。炭酸水素ナトリウムの場合は5%セスキ炭酸ソーダの場合は4%の水溶液を用いて実験を行った。太陽光パネルにUSBテスターをつなげUSBテスターからH字管につなげ20分間実験を行い1分ごとに送電量を計測し、実験終了後発生した水素の量を計測した。またこの実験の目安として電源装置から直接つなげて実験を20分間行い、実験終了後の発生した水素の量を計測した。

実験2 燃料電池の発電量の計測

水素ボンベから注射器を用いて水素を6ml小型の燃料電池に送り電流計と電圧計を用いて計測しその値から発電量を求めた。



太陽光パネル (図1)



USBテスター (図2)



燃料電池 (図3)



H字管 (図4)

3 結果

電源装置を用いた目安の実験（炭酸水素ナトリウム）（図5）

電圧 (V)	4	5	6
水素の発生量 (ml)	2.1	4	4.4
酸素の発生量 (ml)	1.35	2.24	2

電源装置を用いた目安の実験（セスキ炭酸ソーダ）（図6）

※4Vの酸素の発生量は少なすぎたため計測不可能だった。

電圧 (V)	4	5	6
水素の発生量 (ml)	1.64	2.8	4.4
酸素の発生量 (ml)	×	0.97	1.4

実験1 太陽光パネルを用いた電気分解（図7）

※送電量は20分間の平均を用いている。

溶質	送電量	水素量
炭酸水素ナトリウム	0.112	3.20
セスキ炭酸ソーダ	0.092	3.56

実験2 燃料電池の発電量の計測（図8）

一回目	2回目	3回目
0.20A	0.19A	0.20A
1.00V	1.00V	1.00V
0.20W	0.19W	1.00V

図4の実験では発電が12秒間行われ、実験から6Vで水素が約4ml発生し、水素6mlで12秒間かけて約0.20W発電出来ることが分かった。

4 考察

電源装置から水素発電を経由して電気を利用する場合のエネルギー効率を計算し、二つの発電方法の発電量と京都市の電力使用量を用いて、京都市で使う電気を太陽光発電で補う場合のシミュレーションを行った。

〈エネルギー変換効率〉

A…水素変換に用いた熱量 [J]

B…発電の過程で発生した熱量 [J]

A÷Bでエネルギー変換効率を求めた

	A [J]	B [J]	効率 [%]
水素発電	43.55	115.98	37.5

京都市の発電量はH24年度の

京都府の使用電力量：京都府の人口＝京都市の使用電力量：京都市の人口という式を用いて求めている。

平均住宅面積 [㎡] ……①

実験で使用した太陽光パネルの面積 [㎡] ……②

京都市の総物件数 [件] ……③

太陽光パネルの最高出力 [W] ……④

太陽光パネルのエネルギー変換効率 [%] ……⑤

③×①÷②＝太陽光パネルの必要数 [枚] ……

⑥×④×⑤×3600÷1000

＝太陽光パネルの総発電量 [kwh] ……⑦

	計算結果及び調査結果
① [㎡]	127
② [㎡]	0.64
③ [件]	1821200
④ [W]	120
⑤ [%]	42
⑥ [枚]	361394375
⑦ [kwh]	65571395400
京都市使用電力 [kwh]	9385000000

表では電力を完全に賄えているが、昼夜や天気などの条件を考慮していないため、⑦の実数値はかなり減少すると思われる。

5 まとめ

今回我々が作成した太陽光水素発電装置が最大出力で稼働した場合に理論的に可能であることが分かる。しかし昼夜や天気、ロスするエネルギー量などの条件を加味すると、この概算を大きく下回ると考えられる。よって京都市の電力を太陽光水素発電装置を使用して賄うことはできない。

引用文献

- 1) FACILITIES JOURNAL digital
- 1) Energia70th 次の未来、はじまる
- 4) ナチュラル&スローな家
- 4) ナチュリエいばなし
- 4) 都道府県データランキング 人口、交通、災害など、多彩なデータを対象に
- 4) 京都府内のエネルギー消費及び供給の状況
- 4) 京都府の平成28年度温室効果ガス排出量について
- 4) 京都市統計ポータル 統計情報の総合窓口 住宅・土地」統計調査