

# 一家に一台！揚水式発電

理数科 2年D組 物理班

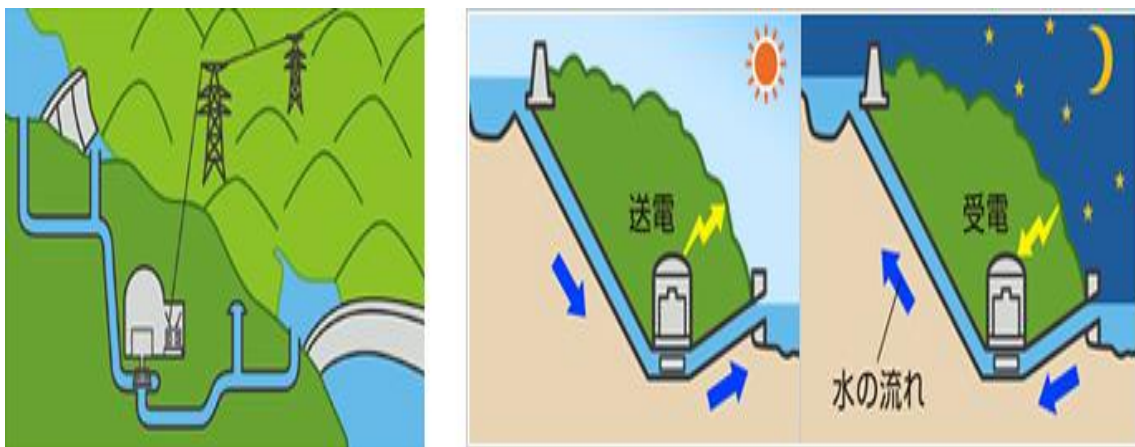
伊藤瞭 川俣美音 佐藤奎吾 佐藤晃多 高橋凜 長谷部魅結

## 研究動機

自然災害で停電が発生するというニュースをよく見る。太陽光発電機を設置すれば困らないが、リチウムイオン電池は高価なため、代わりに揚水式発電を取り入れようと考えた。

## 基礎知識①

揚水式発電とは、余った電力で水をくみ上げ、必要なときに下に流し、発電をするものである。



従来の揚水式発電は原子力発電とセットで、夜に揚水、昼に発電するものがほとんどだが、我々は太陽光発電とセットにし、昼に揚水、夜に発電する方式を考案した。

## 基礎知識②

大規模な揚水式発電の主な問題点は3つある。

- ・生態系に影響を及ぼす
- ・土砂が堆積するので、定期的に浚渫が必要である
- ・送電線などの設備に多額のコストがかかる

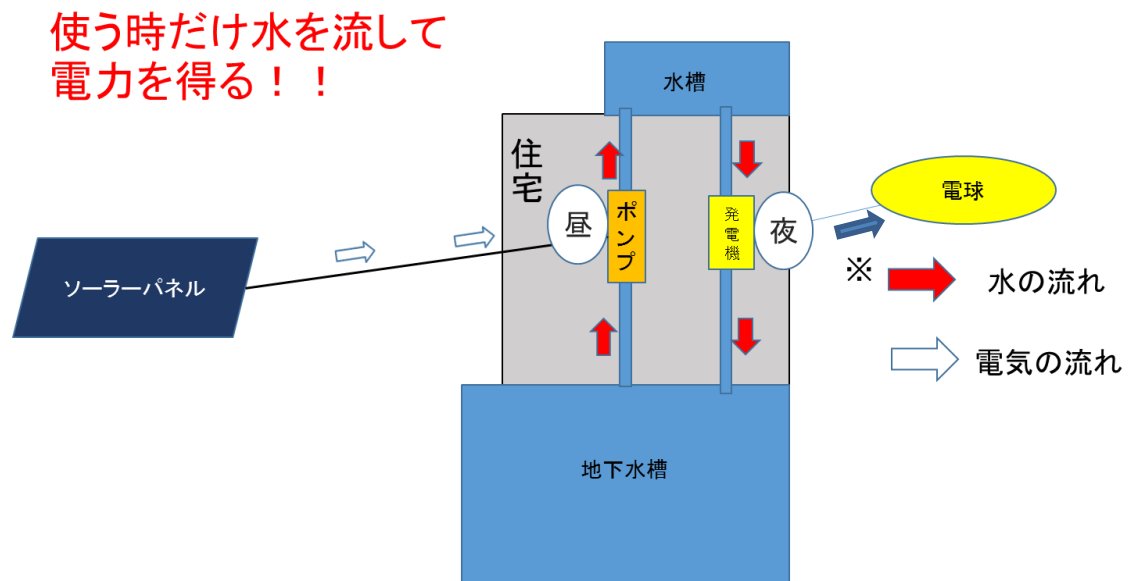
しかしこれらの問題は一家に一台の小規模な揚水式発電にすることで軽減され、

3つのメリットが生まれる。

- 手軽に設置できる
- 送電ロスが少ない
- 「\*オンデマンド」で電力が得られる

\*必要な時に必要なだけ、という意味。

住宅に設置した場合



実験装置

## 実験に使用した物

ソーラーパネル 43×25cm SUNYO モデル：SY-M12W

水槽 2 個 25L

ホース

ポンプ JOPTOPDC6-12V15W

発電機 電菱：SA-BA1012V/10A

\*蓄電池 LONGWP7.2-12

\*充放電コントローラー 電菱：SA-BA10, SA-BA20, SA-BB10

\*蓄電池と充放電コントローラーは本来不要だが、今回は実験規模が小さいため、補助目的で使用。

## この小型実験装置で得られる電力の理論値

小型発電機で発電出来る時間

$$U = mgh[J]$$

$$\eta mgh = Pt[J]$$

$$t = \frac{\eta mgh}{P}[s]$$

$$U = 25[kg] \times 9.8 \times 1.0[m]$$

$$= 245[J]$$

$$0.8 \times 245 = 196$$

$$t = \frac{196}{10} = 19.6[s]$$

水槽の上から下に全部流したとき、  
電球一個が点く時間

※ここでは  $g=9.8$  とする

10[w]の LED 電球の場合

$U(J)$  重力による位置エネルギー

$m$  : 水の質量[kg] (ここでは 25L)

$g$  : 重力加速度[m/s<sup>2</sup>] (〃 9.8)

$h$  : 高低差[m] (〃 1.0m)

$Q$  : 電力量[J]

$P$  : 電力[w] (〃 10w とした)

$t$  : 時間[s]

$\eta$  : 効率 (〃 0.8 とした)

**約 20 秒**

家屋に設置した場合に得られる電力の理論値

$$U=mgh$$

水を  $1.0\text{m}^3$  ( $m=1000\text{ kg}$ )  
高低差  $h=10\text{m}$  とした場合

$$Q=Pt$$

$$U=1000[\text{ kg}] \times 9.8\left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right] \times 10[\text{m}]$$
$$= 9.8 \times 10^4[\text{J}]$$

$$9.8 \times 10^4[\text{J}] \times \eta = P t$$

$$t = 7840[\text{ s}]$$

電球を使える時間は約 2.2 時間であるが、  
省エネ住宅ならば実用も可能であると思われる。

ここで我々は発電に関して次のようなニュースを見つけた。

2018年11月11日日曜日

電気新聞デジタル ログイン

電気新聞

ENERGY & ELECTRICITY

|         |       |          |       |        |
|---------|-------|----------|-------|--------|
| ニュース    | スペシャル | 出版物      | イベント  | 広告のご案内 |
| TOPニュース | 総合    | エネルギー／市場 | 産業・技術 | 地域     |
| 工事・保    |       |          |       |        |

ホーム > TOPニュース > 九州電力、出力制御を本土で初実施／太陽光 9 7 5 9 件対象に

## TOPニュース

### 九州電力、出力制御を本土で初実施／太陽光 9 7 5 9 件対象に

2018/10/15 1面 [シェア2](#) [ツイート](#)

#### ◆最大で4 3万キロワット

九州電力は1 3日、離島を除いた全国初の再生可能エネルギー出力制御を実施した。気温低下による電力需要の減少に加え、九州一帯が晴天となったことで太陽光発電出力が増加。供給力の余剰発生が予想されたため、1 3日朝に九州エリアの太陽光発電設備の中から9 7 5 9 件を選定、最大4 3万キロワットの発電停止を求める指示を出した。1 2日夜会見した同社送配電カンパニー電力輸送本部の和仁寛・系統運用部長は「電力の安定供給維持のために、必要な措置。ご理解とご協力をお願いしたい」と述べた。

せっかく発電した電気を棄てることになる、何とももったいない話である。我々が提案する揚水式発電を利用すれば、このような事態も避けられるのではないと思われる。

## まとめ

- ・各家庭に設置する小規模な揚水式発電の可能性を示す事が出来た。
- ・高価なりチウムイオン電池を使わずに実現可能である

## 今後の課題

- ・既存の揚水式発電施設で、太陽光発電と合わせ、昼に汲み上げる

仕組みなど、より効率的に太陽光発電を利用する方法の検証。

## 追加研究

自家発電をする家を作る際、電気をたくさん貯めることが課題となる。そこで、既存の高価なりチウムイオン電池ではなく、もっと安価で普及しやすい電池を作る事は出来ないかと考えた。

## アルミニウムイオン電池の可能性に関する基礎実験

### アルミニウムイオン電池とは

リチウムをカルシウム、アルミニウムなどに置き換えて同じように電池として使うことはできないかという発想である。

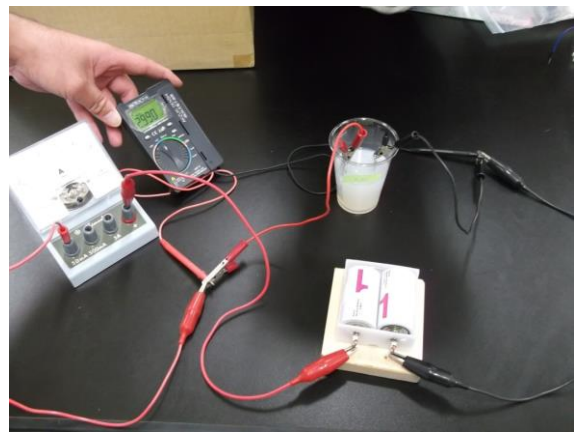
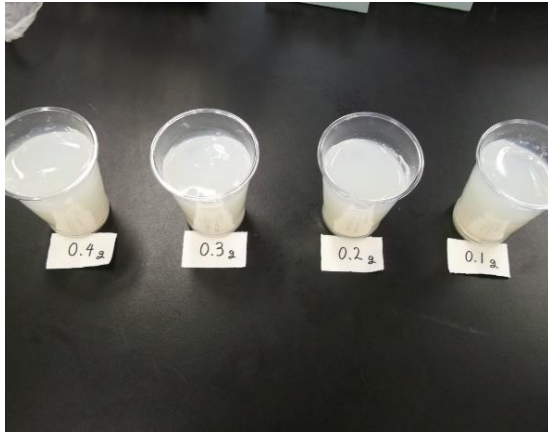
- ・Al は資源の量が豊富なためたくさん製造することが出来る。
- ・性能は劣るが、安価な分、大量に作ることが出来る。

## アルミニウムイオン電池の電解質には寒天を使用

寒天を使う理由として、  
寒天はイオン伝導体である  
身近にあって実験しやすい

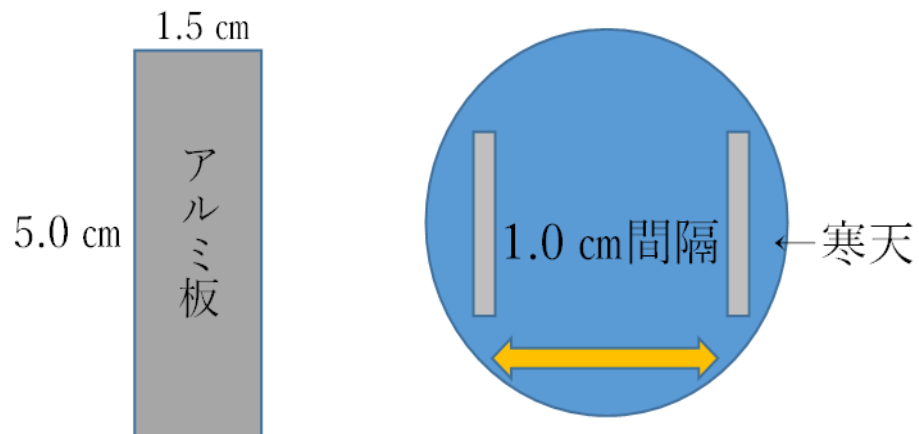
### アルミニウムイオン寒天電池とは

- ・移動したイオンを寒天で固定することによって、電池として機能する時間を引き延ばすことを期待するもの。
- ・今回は、移動しにくさを期待してイオンの大きい酢酸アルミニウムを使用した。



### 今回の実験条件

200g の寒天に 0.1～0.4g の酢酸アルミニウムを入れる  
電極板はアルミ板とし 1.5x5.0 cmを使用  
板の間は1.0 cm 間隔  
単一の乾電池から 3V で 10 分充電する  
充電後、電圧を測る



乾電池から 3V かけて 10 分間充電した結果

| 200gに入れた酢酸アルミニウム | 充電中に流れた電流 |
|------------------|-----------|
| 0.1g             | 5mA       |
| 0.2g             | 8mA       |
| 0.3g             | 15mA      |
| 0.4g             | 15mA      |

放電に対するアルミニウムイオン電池の変化

| 酢酸アルミニウム | 放電開始の電圧 (v) | 10 分後の電圧 (v) |
|----------|-------------|--------------|
| 0. 1 g   | 0. 65       | 0. 13        |
| 0. 2 g   | 0. 69       | 0. 27        |
| 0. 3 g   | 0. 70       | 0. 39        |
| 0. 4 g   | 0. 70       | 0. 40        |

放電電流は上表と同じ

## 結果・考察

アルミニウムイオン電池を充電、電池として動作することを確認できた。  
直列接続することで電圧を取り出せるのではないかと考えた。  
3個直列で赤色LEDを点灯することができた。

## まとめ

アルミニウムイオン寒天電池を充電し、LEDを点灯させることができた。  
溶質が多かった寒天ほど電流を通し、充電量も大きかった。

## 今後の課題

- ・条件を変えてより多くの実験を行い、アルミニウムイオン寒天電池の特性を明らかにし、実用化の可能性を探る。
- ・アルミニウムイオン電池の実現に向けて寒天以外の安価なイオン伝導体を探す。