

★地方創生アイデアコンテスト2022

電力の地産地消を目指して

小水力発電による電力供給

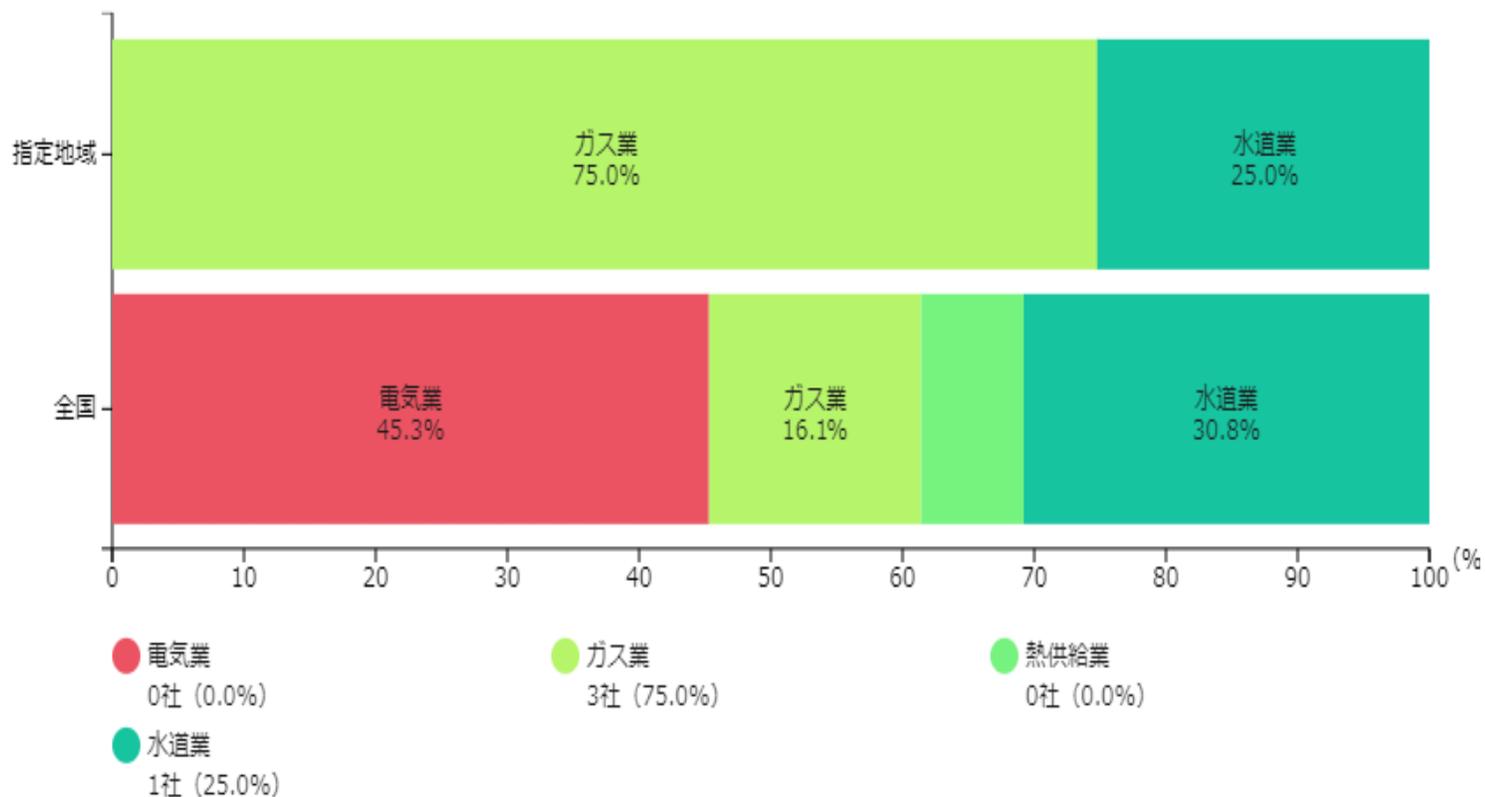
(生駒市全面協力)

奈良学園高等学校電力班

RESASで分かること

・2016年の奈良県のライフラインの企業数

電気・ガス・熱供給・水道業



このデータは2016年のものなので、2017年に創設された「いこま市民パワー」の情報は加味されていないが、それにしても奈良県の電力会社が少ないことがわかる。



奈良県と同規模の都道府県ではどうだろうか。

そこで滋賀県ではどうだろうか？

人口・・・1,408,378人
(令和4年8月1日)

面積・・・4,017.38km²
(令和3年10月1日)

人口密度・・・350.578人／km²

ちなみに奈良県は、

人口・・・1,307,749人
(令和4年8月1日)

面積・・・3,690.94km²
(令和3年10月1日)

人口密度・・・354.313人／km²

これらのデータ



奈良県と滋賀県の人口密度が近く、ほぼ同規模であるということがわかる。

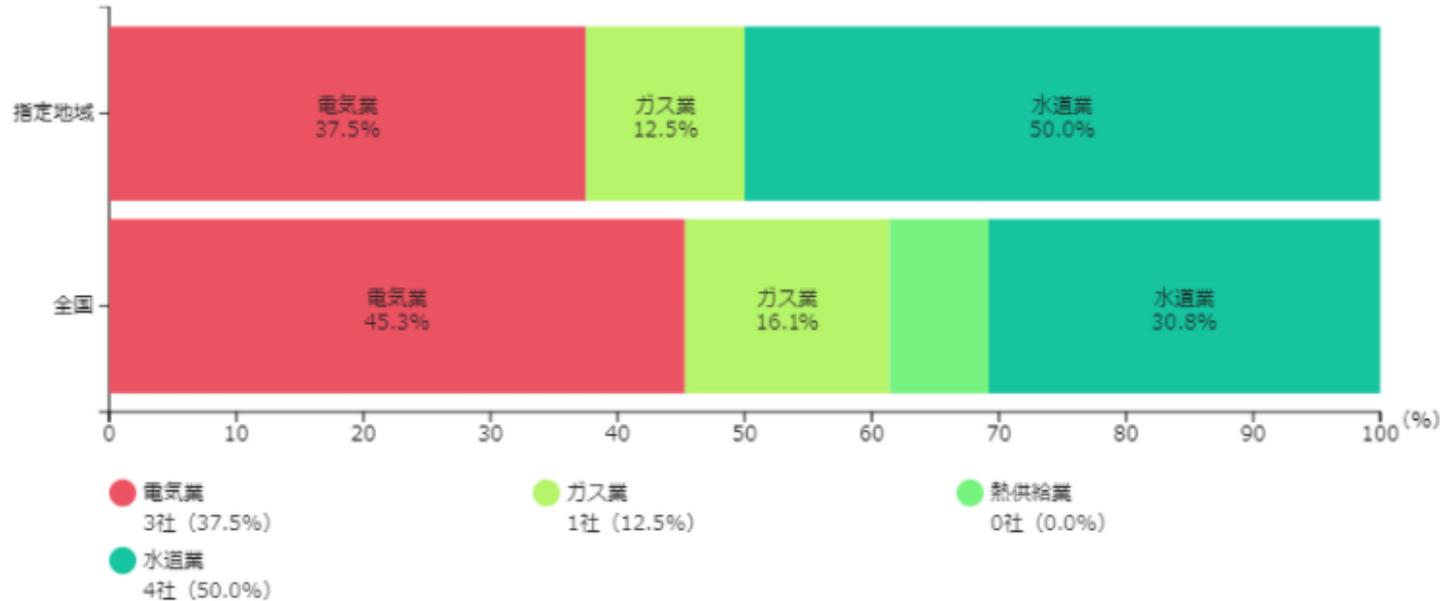


そのため、私たちは**滋賀県**を比較対象にしようと思う。

RESASで分かること

・2016年の滋賀県の電力会社数

電気・ガス・熱供給・水道業



滋賀県は、奈良県と比べて人口や面積の観点では同規模だが、電力会社数は奈良県が**0社**（2016年）に対して滋賀県は**3社**である。

RESASでわかること



滋賀県

- 地形を生かした発電所を県独自の電力会社が運営している

下記の理由から生駒市が目標としている電気の地産地消を行うためには生駒市の電力会社である「いこま市民パワー」が発電所を運営する必要があると私達は考えた。

奈良県

- 有用な発電所は他の県の会社が運営している

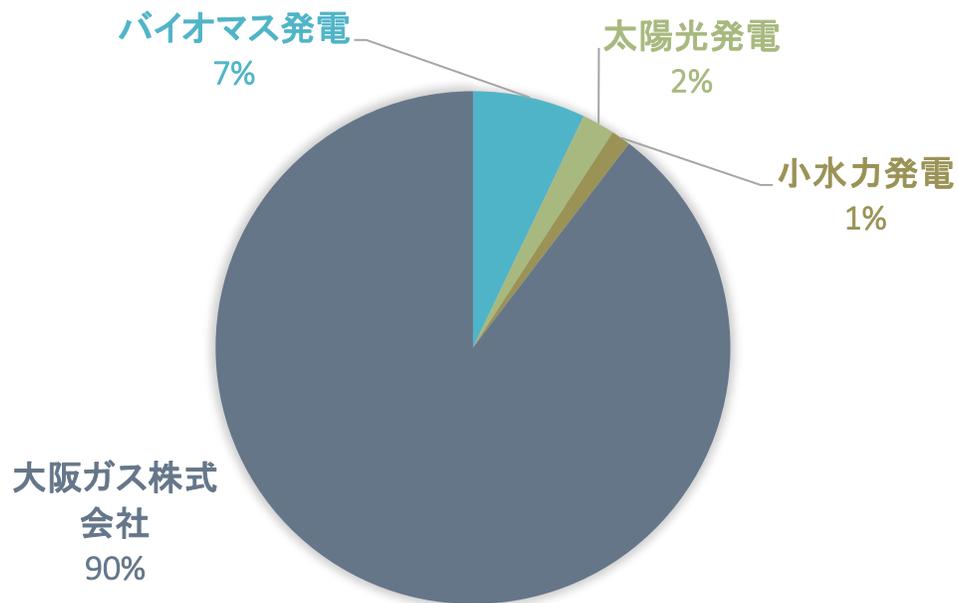
電力を地産地消するメリット

- 電力は地産地消した方が、他県から購入する場合に比べてもコスト面で出費を軽減できる。

- 奈良県が電力供給を依存している地域に災害が生じた場合、二次被害を被る可能性があることを回避できる。

いこま市民パワーの現状

電力調達量



いこま市民パワー令和2年度調達電力の合計: 27.723.594kW/h

左図の通り、生駒市が中心となって運営している「いこま市民パワー」における電力調達量のほとんどは、「大阪ガス株式会社」からのものであり、生駒市という一地方自治体が電力供給量のほとんどを供給するには至っていない。

では、「いこま市民パワー」が発電の主体となって生駒市が目指しているクリーンエネルギーかつ環境に配慮して設置でき、生駒市の地形の特性をうまくいかせる発電方法はあるのだろうか。

SDGsとの関連

再生可能エネルギーでの発電方法を考える

風力発電

- 強い風が吹かないと、効率よく発電できない
- 設置費用が高額

太陽光発電

- 設置場所を作るために森林を破壊する可能性がある
- 発電効率が悪い

7 エネルギーをみんなに
そしてクリーンに



生駒市の地理条件
に、これらの発電方法
は適していない



では、SDGsの目標と関連させるのと、生駒市の地理条件を考えたときに最適な発電方法とは何だろうか。

それは、どのような発電方法か、、、

小水力発電

だと考える。

・小水力発電とは

「**小水力発電**」とは、一般河川、農業用水、砂防ダム、上下水道などで利用される水のエネルギーを利用し、水車を回すことで発電する方法だ。

一般的には、河川に流れる水をダムに貯めることなく直接取水し、利用する「流れ込み式」の発電方式が採用している。

「小水力発電」について、厳密な定義はないが出力10,000kW～30,000kW以下を「中小水力発電」と呼ぶことが多く、出力1,000kW以下の比較的小規模な発電設備を総称して「小水力発電」と呼ぶこともある。

クリーンエネルギーでありながら水力発電のように環境を破壊して建設する必要がなく、これからの環境に配慮した社会にふさわしい発電方法となっている。



引用元

北陸精機

小水力発電機 パワーアルキメデス - 株式会社 北陸精機より

そこで私たちは、奈良県は奈良盆地があり川が多く丘陵地域であるため標高差が大きいという特性を生かすために、先に述べた小水力発電を導入しようと考えた。

メリット

1. ある程度の流水があればどこでも発電できる
2. 太陽光発電や風力発電と比べて、天候に左右されにくい
3. 大型の水力発電のように自然破壊につながらない
4. 発電時に二酸化炭素が発生しない

など

よって奈良県で小規模に発電するのにふさわしいのは

小水力発電

である

デメリット

1. 水利権や河川法にかかわる複雑な法的問題がある。
2. フィルターの清掃などメンテナンスが必要
3. 流水がない場所(落差がない場所)では発電できない

など

今回、奈良県と滋賀県を比較しているので、滋賀県で行われている小水力発電について調べようと思う。

→今回注目したのは

姉川エコ発電所

理由:

1. 地方公共団体が出資して行われている。
→私たちは、生駒市と協力して小水力発電を行おうと思っている。
2. ほかの小水力発電と比べて有効落差が低い。
→私たちが設置を予定している場所と有効落差が近い。
3. 有効落差が低いにもかかわらず電力の発電量が多い。
→効率よく発電したい。

そこで私たちは **姉川エコ発電所** を参考にしようと思う。

姉川エコ発電所



施設諸元

- ・発電方式:水路方式
- ・水車形式:オープン型クロスフロー水車
- ・発電流量:1.40m³/s
- ・有効落差:2.4m
- ・最大出力:16.5kWh
- ・売電単価:34円/kWh(税別)×20年間
- ・発電用途:全量売電

施設概要

- ・補助事業名:県営農村地域再生可能エネルギー施設整備事業
 - ・事業費:設計費 ¥11,900,000(国100%)
¥56,000,000(国50%、県25%、市12.5%、改良区12.5%)
 - ・施工業者:マルイチエンジニアリング(株)
- これがこの発電所の簡単な説明になる。

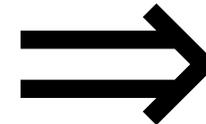
<http://www.zd.ztv.ne.jp/anegawaengan/generate.html>調べ

姉川エコ発電所からわかったこと

土地改良法に基づいて地方公共団体によって作られた

農業用水路に小水力発電所を設置している

有効落差が低くても発電できるクロスフロー水車を採用している



これらの特徴を参考にして、私たちの研究パートナーである奈良県生駒市を流れている富雄川の源流である

黒添池付近

に小水力発電所を設置し、発電をしていきたいと考える

発電所を黒添池付近に作ろうと思った理由



私達が左図の黒添池周辺の川に発電所に設置しようと思った理由は2つある。

1つ目は、生駒から近場であるということだ。仮に急流がたくさんある奈良県南部に小水力発電所を設置した場合大量の電力は獲得できるが、南から電気を送るのに多くの費用を要する。そのため近場であるということは大きなメリットであると思う。

2つ目は、この池周辺の川は標高の高い山間部にあることだ。そのため、有効落差もある程度見込め、十分な電力供給を期待できる。

このような特徴のある黒添池周辺の川に設置する水車はどの種類のものが一番適しているのだろうか。

私達は二つの水車に目星をつけた。それは、「らせん水車」と「クロスフロー水車」である。では、それら二つを詳しく調べようと思う。

らせん水車について

らせん水車



低落差で高効率な発電が可能なのはもちろんのこと、水車構造が単純で塵芥や土砂流入に強く、魚類が流下できるため環境に配慮している。枯葉や刈草などのゴミが詰まりにくい特徴から、農業用水路を活用した小水力発電所に向くとされる。また、流量変動に対しても効率の低下が少なく、最高効率も80%以上ある。

デメリットとしては、大量の水を利用して発電出力を得るためには、らせん部が非常に大きくなるため、建設が困難になってしまうことがある。

<https://xtech.nikkei.com/dm/atcl/news/16/042412160/>

<https://blog.goo.ne.jp/tbmamo/e/c41f21cc8018c9a7673e9a0737af1f46>を基に作成

クロスフロー水車について

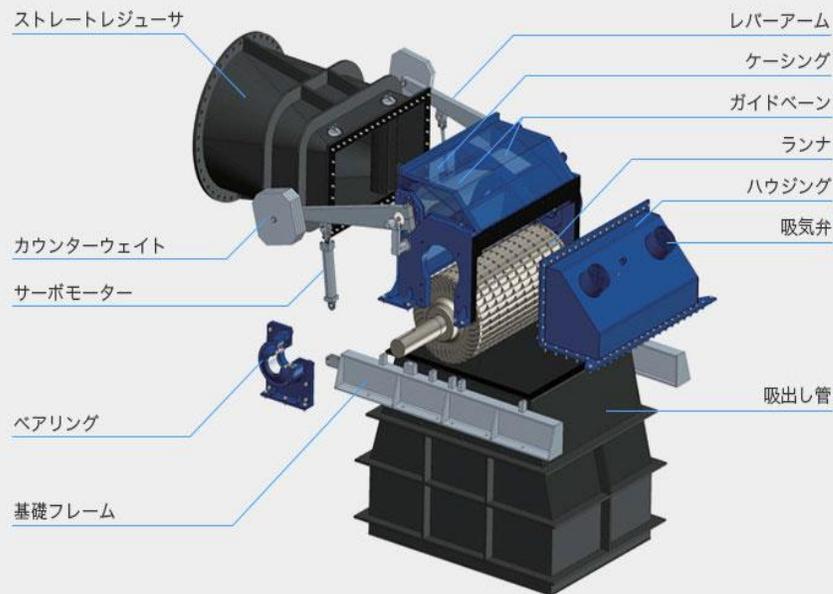


クロスフロー水車

水の圧力と速度を利用する。クロスフローとは水がランナーを交差し流れることを意味している。主に1,000KW以下の小水力発電所で採用されている。

メリットとしては低流量域まで高い水車効率を保つことができる。また、水車が構造が単純であるため、メンテナンスが簡単にできる。修理はメーカーでなくても可能である。

デメリットとしては、ピーク効率としてはフランシス水車（通常の水力発電で使われる水車）に比べると5%程度下がること、比速度を大きく選定した場合に、ランナーの長さが大きくなり強度面で問題が発生する可能性があること、などがあげられる。



https://www.ctechcorp.co.jp/ossberger/product/img/contents/img_product_01.pngを基に作成

結局どちらの水車が一番黒添池をうまく使えるのか？

これまで紹介した、2つの水車では、どちらが黒添池周辺の川に設置して最も結果を残すことができるのだろうか？

立地

- 近くにキャンプ場がある
- 近くに住宅街がない

周辺の川の特徴

- 周辺の川は山間部に位置する
- 水量及び有効落差も期待できる

らせん水車

- キャンプ場からのゴミが流れてきやすいがこの水車ではゴミが詰まりにくい
- 水量が多ければ多いほど電気の発電量多くなる

結論

- クロスフロー水車よりも「**らせん水車**」のほうが良い

黒添池に設置した場合の試算

小水力発電を行った場合どれくらいの発電量が見込まれるだろうか。

・小水力発電での発電量の計算式

$$\text{年間発電量 (kWh)} = \text{発電出力 (kW)} \times 24 \text{ 時間} \times 365 \text{ 日} \times \text{設備利用率}$$

設備利用率：流量が減ると発電出力も下がる。最大出力で1年間連続運転する場合の発電量に対する実際の発電量の割合をいう(流況により異なるが、通常 50～95%程度)。

$$P(\text{発電出力 kW}) = 9.8 \times Q(\text{m}^3/\text{s}) \times H_e(\text{m}) \times \eta$$

P：発電設備の出力・9.8：係数(重力加速度 × 水の密度)・Q：流量・H_e：有効落差(総落差－損失落差)・η：効率(水車効率 × 発電機効率 × 増速機効率など、60～85%程度)

となる。

黒添池周辺の設置場所の流量や有効落差は、設置する際連携する予定である生駒市と協力して調べていこうと思う。

政策提案まとめ

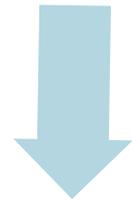
奈良県独自の
電力会社による
発電を行いたい。



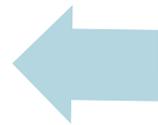
どのような発電方法が良い
のか→**小水力発電**



どこに設置するのが
良いのか→生駒市
黒添池周辺の
富雄川源流



これらに基づいて
設置する



らせん水車で最も
電力供給が望める
場所を調査する



設置するならどのよう
な水車が良いのか
→**らせん水車**

提案の実現に向けて

私たちはこれまで生駒市の地方創生のため政策を提案してきた。
しかし、この小水力発電所の実現については、次のような条件を達成しなければならない。

ほかの利水者、河川利用者への悪影響を
防止、災害時に対応できる構造の整備

取水口並びに放水口からの魚類の迷入・
吸い込み防止

土地占用、工事について河川管理者である
行政庁の許可を得る



実現