

自噴井の活用方法

沼津市立浮島中学校

3年 成島 陸

1 研究の動機

私が暮らしている沼津には数多くの井戸がある。その多くは自噴している井戸である。夏には西瓜を冷やしたり、野菜を洗ったり、地域の洗濯場だったりとは昔は活用されていたが、家電製品の普及によって現在は井戸水がそのまま河川へ放流されている。豊富な水量を河川にすててしまうのは勿体ないので、有効利用について研究した。

2 研究の方法

(1) 目的 自噴井の水を有効活用するためのアイディア発掘及び実用化実験を行う。

(2) 方法 下記ア～オの研究を行った。

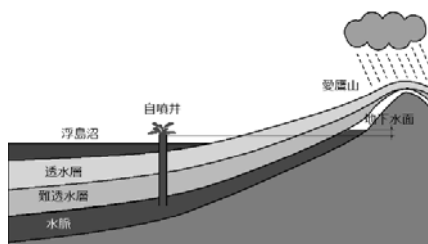
ア：自噴井の仕組みを学ぶ イ：我が家の自噴井 ウ：アイディア発掘

エ：井戸水クーラー実験 オ：エアコンの効率アップ

3 研究の成果

ア：自噴井の仕組みを学ぶ

愛鷹山に降った雨は地下に浸透して地下水になる。地下水脈の水面は井戸よりも高い位置にあるので、井戸から噴き出すメカニズムである。文献調査から地形の特徴は「扇状地の末端や単斜構造や盆地構造の地域」であり、浮島中学区の沼津根方街道沿いは、小さな扇状地の集合体の地形であり、自噴井があっても不思議ではない地形である。



イ：我が家の自噴井

自宅に約50年間一度も枯れない自噴井があるので、この自噴井を使って研究を進めた。自宅の自噴井スペックは「水量：110L/分、水温：16℃（外気温 32℃時）、深さ：60m、さく井：昭和45年頃」である。2018年の理科自由研究において、浮島の地下層は20m付近まで粘土や泥であることがわかった。60mは砂礫の更に地下にあるので、地質情報マップから溶岩類（洪積世）やロームであると考えられる。水質については市販の水調査キットで分析した。検査内容の各数値はとても良好であった。沼津市の検査でも飲料可であり、今回の調査からも各基準値を満たしている水質であることが確認できた。

検査項目	きれいさの値	我が家の自噴井	評価
COD（化学的酸素要求量）	2mg/L以下	0mg/L	◎
りん酸態りん	0.05mg/L未満	0.05mg/L	○
アンモニウム態窒素	0.2mg/L未満	0.2mg/L	○
亜硝酸態窒素	0mg/L	0.005mg/L	○
硝酸態窒素	1mg/L未満	1mg/L	○



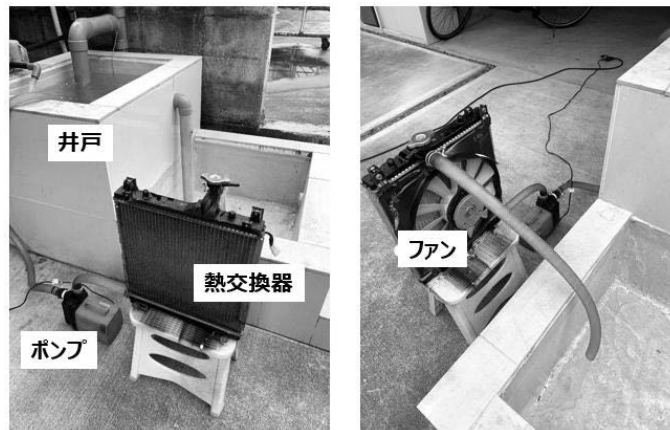
ウ：アイデア発掘

自噴井の活用方法を検討した。特に低い水温に着目し、「水温 16℃を有効活用できるもの」を考えた。今回は夏休みの中の短期間の研究であり、猛暑の中の祖母の農作業を少しでも支援したいという思いから「クーラー製作と省エネ実験」を選んだ。

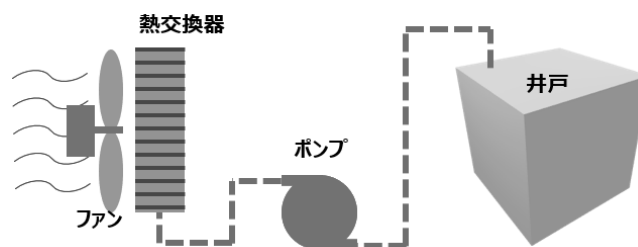
案		内容	期待される効果と採用理由	
散水	打ち水	柄杓で打ち水	△	最も簡単な方法だが得られる効果は少ないと判断。
	スプリンクラー	スプリンクラーで屋根から散水し建物の温度上昇を防ぐ。	○	屋根に登ってスプリンクラーを設置するが危ない。
クーラー	熱交換器	井戸水によって空気を冷やすが熱交換器を使用する。	◎	構造は少し複雑だが流用で比較的容易に製作可能と判断。
創エネ	水力発電	水力発電装置を製作し電気を作る。	○	製作技術力に自信がないため断念。
省エネ	エアコン効率アップ	エアコンの屋外機を井戸水で冷やし効率を上げる。	◎	効果の確認が容易であるため。

エ：井戸水クーラー実験

(ア 検討) 今回は室内の温度を冷やすために、熱交換器に着目した。熱交換器はエアコンや自動車のラジエーターにも使われており、この原理に基づき、軽自動車用ラジエーターを流用して井戸水クーラーを製作した。

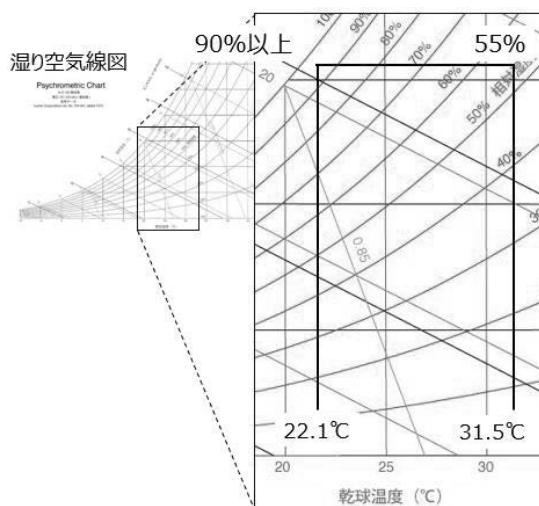
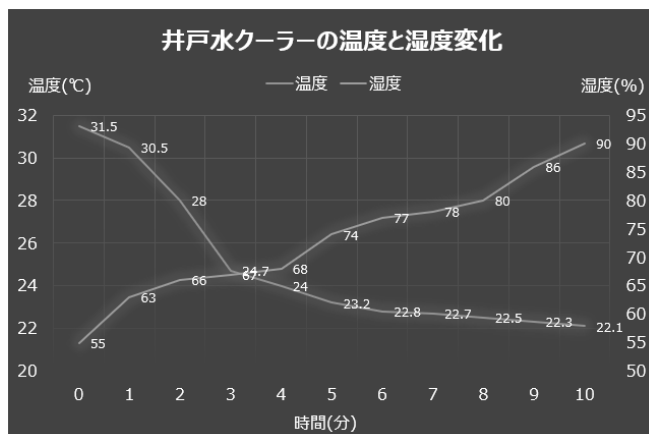


(イ 準備) 井戸水をポンプで熱交換器に送り、ファンで空気を流すことで冷たい空気を得る仕組みを考えた。



(ウ 方法) 車のラジエーターを使った井戸水クーラーの性能を調べるために、ラジエーターのファンから出る空気の温度と相対湿度を調べた。

(エ 結果) 送水開始から1分毎の温度と相対湿度を記録しグラフ化した。結論「気温は31.5℃から22.1℃へ、10分間で9.4℃も下げることができた。クーラーとして十分な能力を発揮できた。しかし、湿度が90%まで上昇してしまった。湿度が55%から90%に上昇した原因に「空気を冷やすと飽和水蒸気量に変化する。」これを表した図に湿り空気線図があるが、今回の実験は湿り空気線図に近いことがわかった。(次頁)

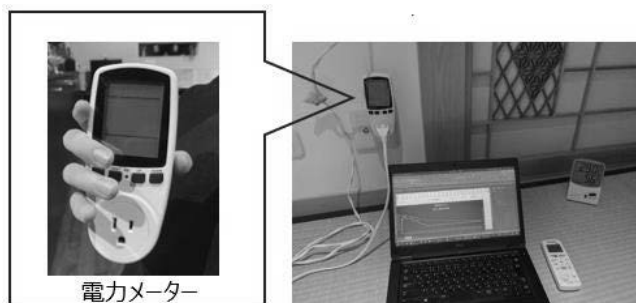


(オ その他) 湿り空気線図から 31.5°C (湿度 55%) の空気は、20°C 付近まで下げると水滴に変化する。井戸水は 16°C であるから十分結露することがわかった。

オ：エアコンの効率アップ

(ア 準備) 「エアコンの熱交換器に冷たい水を直接掛けることによって、エアコンの効率がアップするという話」を検証する実験を我が家の井戸水で調べた。

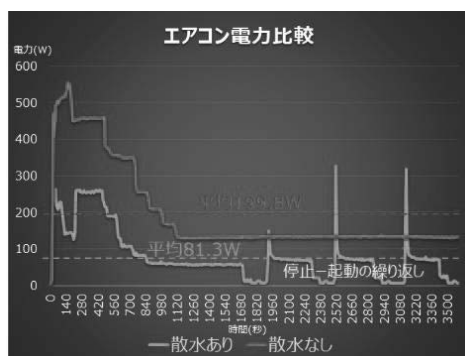
(イ 方法) 実験：「室温 30°C 以上の部屋をエアコンで冷やす」(電力メーター使用)



(ウ 結果①) 記録日：散水無し 8/17 (18:00~19:00) 散水あり 8/18 (18:00~19:00)
検証結果：散水した」法が明らかに消費電力が少ないことが分かった。



(エ 結果②) 井戸水をかけると電力量が約半分になることがわかった。



	散水あり	散水なし	効果
電力最大	328W	555W	40%削減
電力最小	6W	128W	待機状態になる
平均電力	82W	201W	60 %削減
電力量	0.082kWh	0.201kWh	
電気料金 (26円/kWh)	2.1円/h	5.2円/h	3.1円/h減
安定するまでの所要時間	14分	19分	5分早い

4 考察

ア：自噴井の仕組みを学ぶ

愛鷹山に降水した雨水が地下水となり自噴井となっていると想像できる。

イ：我が家の自噴井

井戸水の水源は地下 30m 以下になるため、溶岩などの難透水層があることが分かった。

また水質検査からは有機物のある土壌を雨水が通過してきたことがわかり、愛鷹山由来の湧き水であることが推測できる。柿田川の場合は有機物が少ないので富士山由来の湧き水である。

ウ：アイディア発掘

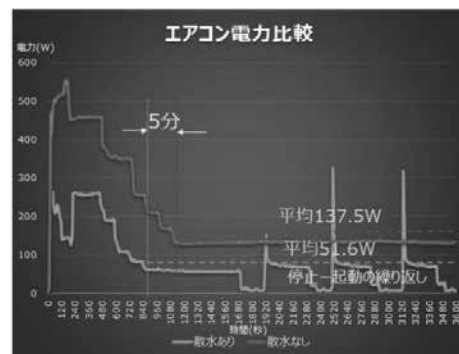
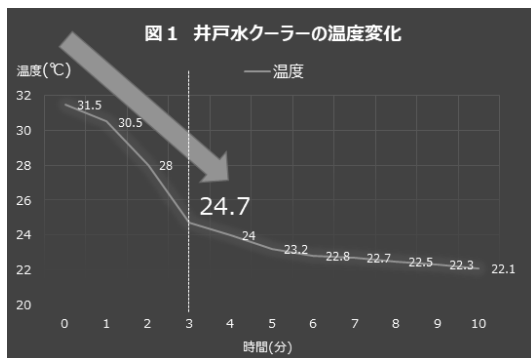
自噴井の水温が 16℃ であることから、この低水温の様々な有効利用が期待できる。

エ：井戸水クーラー実験

井戸水クーラー実験からは最初の 3 分で急激に気温が低下し約 25℃ となった。その後も温度が低下し、十分実用可能なクーラーであると判断できた。

オ：エアコンの効率アップ

エアコンの効率アップ実験では、電力平均が「散水あり 51.6w に対して、散水無し 137.5w」と 85.0w も差があり、60% 以上も効率アップしたことがわかった。



5 研究後の感想

自噴井がどのようにして湧き出ているのか、湧き水がどこから来ているのか、を有効利用実験を行う前に調べたことで、貴重な水資源を持て余すことなく使い切る気持ちになれた。有効利用の案は直ぐに出たが、今はネット検索ですぐに見つけることができる。しかし、実際の実験では、ネット検索では見つけられない事例も数多くあった。特に湿度上昇に関する事例は少なく、実際の実験を通じて、相対湿度や湿り空気線図への理解を深めることができた。エアコンの屋外機に水を掛けると事例も、原因や理由、効果について検証することができ、特に消費電力が半分になることにも驚いた。中学校の理科授業でも相対湿度や気温の特性を学習したが、今回の自作実験を通じて各自然現象を検証することができたことは、将来自分がエンジニアになったときの大きな経験と自信となると推察される。

6 今後の課題

井戸水クーラーは冷媒であるフロンも使わず、環境にも優しいクーラーであると思った。排水処理問題が解決できれば、十分実用化できると思う。熱交換器の伝熱の特性をもっと学び、祖母のためにも高効率なクーラーを自作したい。また、今回は見送った自噴井のもつ地下から水を押し出す力を有効活用して水力発電の設計も実現したいです。

7 参考文献

窒素循環 <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E7%AA%92%E7%B4%A0%E5%BE%AA%E7%92%B0>

湿り空気線図

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%B9%BF%E3%82%8A%E7%A9%BA%E6%B0%97%E7%B7%9A%E5%9B%B3>

静岡県 GIS 地質情報マップ <https://www.gis.pref.shizuoka.jp/?mc=01&mp=001>