

1. 背景

レモンが好きな僕は、レモンで電池を作れるという話を聞いた。特別なレモンや特別な薬品を使わないと電池は作れないだろうと思ったので、どうすればレモンが電池になるのか、調べてみることにした。

2. 目的

レモンで本当に電池ができるのか実験をして確認し、特徴を知る。

3. 材料の準備

<電池に必要な物の準備>

まず電池に何が 필요한のかを調べたら、次の3つだと分かった。

- ① +電極の金属
- ② -電極の金属 (+の電極とは別の金属)
- ③ 電解質の溶液

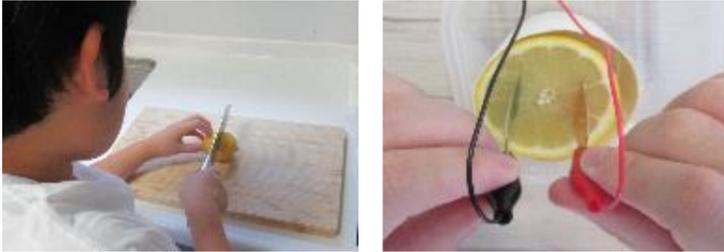
①と②はイオン化傾向の差が大きいと電気が流れやすいらしい。イオン化傾向というのは、電気の運び屋となる「イオン」になりやすい傾向の順番の事だそう。近くのホームセンターにアルミ、銅、亜鉛の板があった。銅と亜鉛は同じ厚みの板があったので、銅と亜鉛を買った。③はレモン汁が電解質の溶液なので、レモンを買った。他に、近くにあったトマトと大根も買った。

<その他>

ワニくちクリップ付きワイヤー、LED (電気が流れたかを簡単に確認するため)、テスター (電圧・電流を測る機器)

4. 実験の準備

野菜を切り、ワイヤーを付けた銅板と亜鉛板をレモンに刺した。

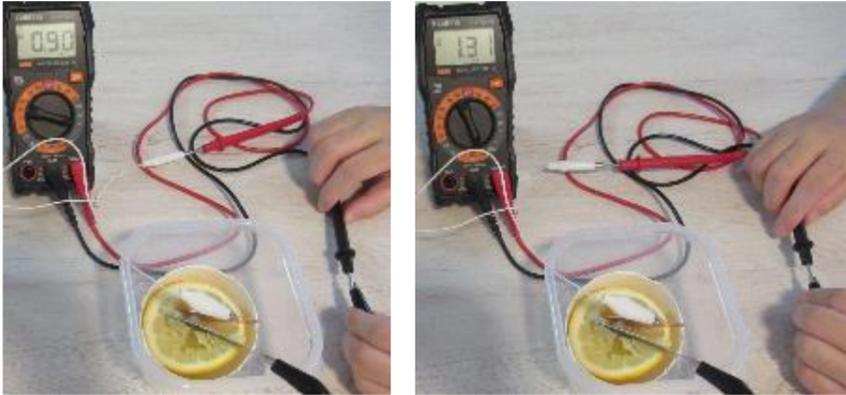


5. 実験

電池の出来栄は見た目だとわからないので、家にあったテスターで電流と電圧を測ることにした。

<レモン1切れの場合>

電圧は0.90V、電流は1.31mAだった。



<レモン2切れ、4切れの場合>

レモン1切れの時と同じ様に、2切れを銅→亜鉛→銅→亜鉛の順番でつなげた。電圧は1.59V、電流は1.07mAだった。電圧と電流が増えたのでレモン4切れでも確認した。銅→亜鉛→銅→亜鉛→銅→亜鉛→銅→亜鉛の順番で繋げたら電圧は3.59V、電流は0.71mAだった。LEDをつなげると光った。



ここまでの結果は表1の通り。

表1. レモンの個数を変えた結果

レモン	電圧 [V]	電流 [mA]	電流の比率
1 切れ	0.90	1.31	1.0
2 切れ	1.59	1.07	0.82
4 切れ	3.59	0.71	0.54

6. 追加実験

レモン電池にひと手間加えるだけで電池を強化できないか、追加で実験した。

<電極の板を刺し込む深さを変えた場合>

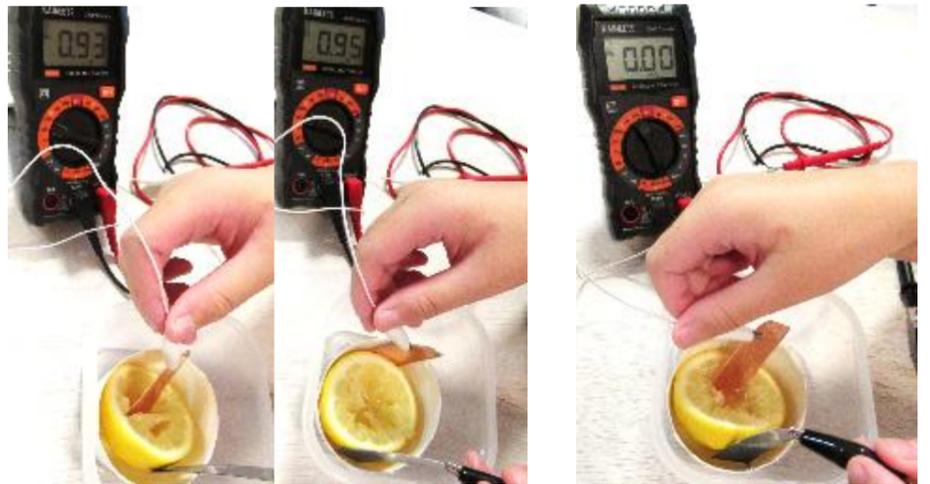
電圧は電極を刺す深さで変わらず、電流は深い方が大きかった。

表2. 電極の刺し込み深さによる電圧・電流の違い

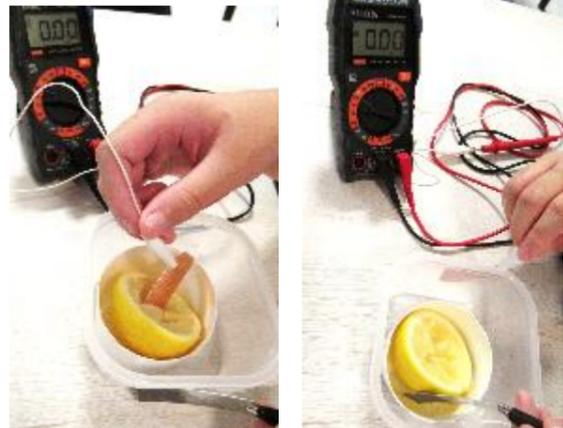
電極の刺し込み	電圧 [V]	電流 [mA]
浅い	0.89	0.44
深い	0.88	1.21

<レモン汁以外での電圧と電流>

レモンの外側の皮でも電圧と電流を通すか確認した。その結果、電圧は変わらず (左の写真2つ)、電流は流れない (右の写真) と分かった。レモン汁があるので (電解質の溶液があるので) 電圧はかかるが、外皮がじゃまして電流は流れないと考えられる。



紙やプラスチックのケースが電圧・電流を通すかも調べた。その結果電圧がかからず、電圧 (電流を流そうとする力) がゼロなので電流も流れなかった。



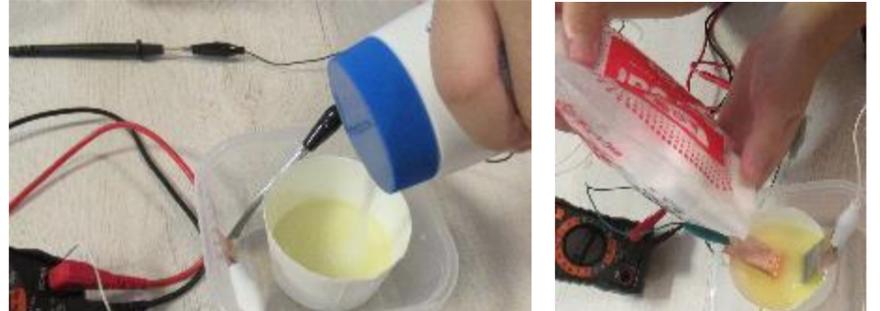
これらの結果から電流を流すにはレモン汁が必要だと分かった。

<レモン汁で電極間の距離を変えた時の電圧と電流>

実験をしていると電極の距離が電圧・電流に影響しているかもしれないと思ったため、レモン汁だけを取り出して電圧と電流を調べた。電圧は電極間の距離を変えても変わらなかったが、電流は距離を短くすると大きくなった。ただ、電極同士をくっつけると電流は流れなかった。この結果からも、電極の間にレモン汁が必要だと分かった。

<レモン汁に塩と砂糖を加えたときの電圧と電流>

レモン汁を絞り取ってギリギリ溶ける量の塩を加えたら、レモン1切れの時と比べて電圧は同程度 (0.72V)、電流は3倍くらい (3.04mA) になった。砂糖の場合は電圧が同程度 (0.89V)、電流は30%程度 (0.42mA) に小さくなった。

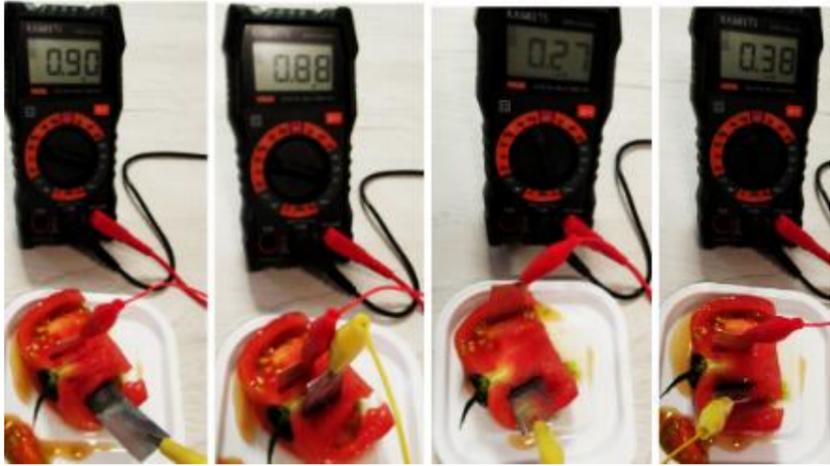


7. 比較実験

レモンで電池ができたので、トマトや大根でも電池ができるか実験をした。レモンが電池になった理由は、味が濃いため電池として働く成分が多いからだろうと予想した。トマトは赤くて色んな成分が含まれていそうな気はする一方、レモンほど味が濃くないので、電池の性能は劣るだろうと考えた。大根は味が薄く、酸っぱくもないので、電池にはならないと考えた。

### <トマトの実験結果>

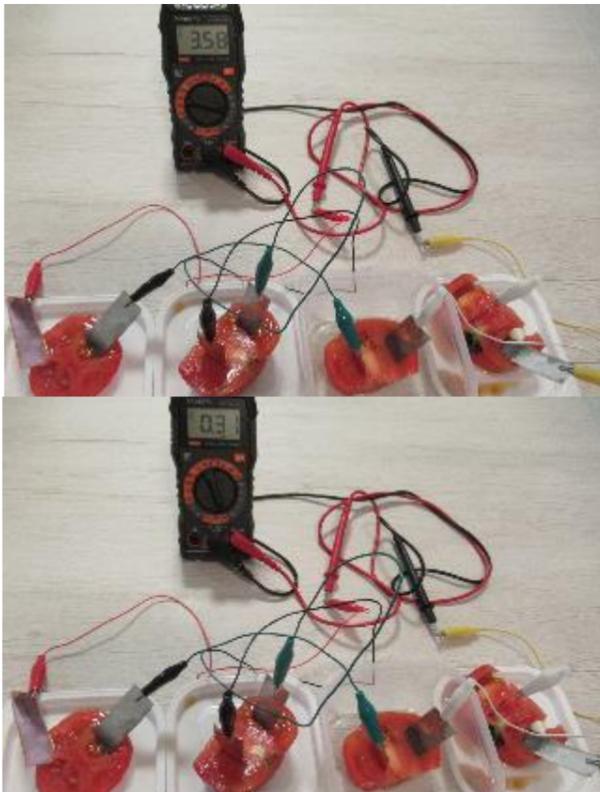
電極間の距離を変えて電圧（左の写真2つ）、電流（右の写真2つ）を調べた。電圧はレモンと同程度で電流は30%程度だったので、予想通り電池の性能としてはレモンの方が優秀だと分かった。レモンと同じく、電極間の距離が短くなるほど電流は大きくなった。この結果から、電池にする果物・野菜の種類によらず、電流を通す場合は電極間の距離が電流の大きさに影響すると分かった。



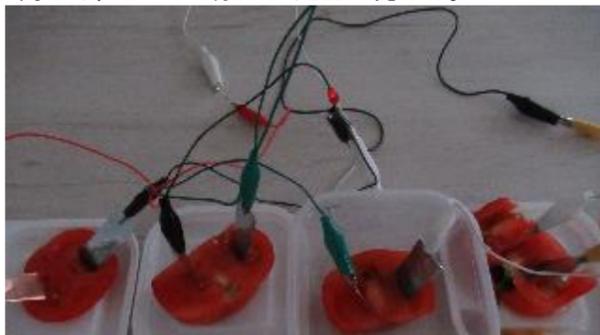
トマト4切れをつなぐとレモン4切れと比べて電圧はほぼ同じで（3.58V）、電流は40%程度だった（0.31mA）。表1と表3を比べると、レモンに比べ電流の減り方が少ない。レモンよりも硬くて電極を刺す位置が安定したからだと感じた。

表3. トマトの個数を変えた結果

トマト	電圧 [V]	電流 [mA]	電流の比率
1切れ	0.90	0.38	1.0
4切れ	3.58	0.31	0.82



レモン4切れと同じく、トマト4切れでもLEDが光った。

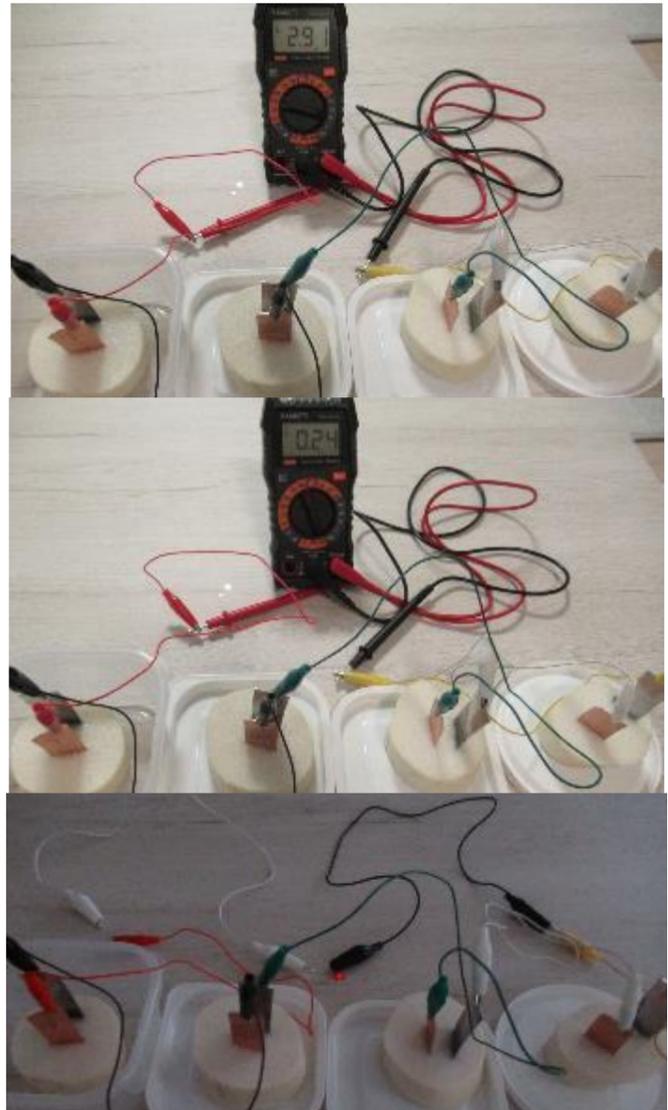


### <大根の場合>

レモン、トマト、大根の電圧・電流結果を並べると表4の通りになった。予想に反し、大根でも電池は作れた。大根電池は電圧（上段の画像）も電流（中段の画像）も小さかったが、LEDは光った（下段の画像）。

表4. 4切れ同士での電圧・電流の結果

果物・野菜	電圧 [V]	電流 [mA]
レモン	3.59	0.71
トマト	3.58	0.31
大根	2.91	0.24



## 8. 考察

### 【5. 実験から】

- レモンを増やすと電圧は増やした数の分、増える。反対に、電流は徐々に減る。電気抵抗が大きくなると電流は小さくなるらしい。レモンを増やすとワイヤーと金属、金属とレモンなどの境目が多くなるので、電気抵抗が増えて電流が徐々に減ったのだと思う。

### 【6. 追加実験から】

- 電圧は水の高さ、電流は水の流れるに似ているらしい。レモン汁に深く刺すと電流が大きくなったのは、電流が流れる通り道が増えたからだと思う。電極間が短いときに電流が大きくなったのも、片方の電極からもう一方の電極に電気が移動しやすくなったからだと思う。
- 塩を加えたら電流が増えたのは、電気の運び屋となるイオンが増えたからだと思う。
- 砂糖を加えたら電流が減ったのは、砂糖が電気の移動をじゃまする電気抵抗になったからだと思う。

### 【7. 比較実験から】

- トマトはレモンに比べて4つつないだ時の電流の減り量が少なかった。トマトはレモンよりも固く、安定して刺すことができたので4つつないでも電極の刺し具合でばらつきが少なかったからではないかと感じた。
- 電圧と電流はレモン、トマト、大根の順で大きかった。味が濃いほうがイオンは多いのかもしれない。

## 9. 結論

### <レモン電池>

- ・特別なレモンや薬品がなくても、レモンで電池は作れる。
- ・レモンの数を増やすと電圧は高くなる。
- ・レモンの数を増やすと電流が小さくなりやすい。
- ・レモンの果肉と外皮の間でも電圧はかかるが、電流は流れない。
- ・レモンの間に紙やプラスチックがあると電圧がかからず、電流は流れない。
- ・レモン汁に塩を加えると電流が増え、砂糖を加えると電流が減る。

### <レモン以外の電池>

- ・トマトや大根でも電池は作れる。
- ・電圧と電流の大きさは、トマト、大根の順で多い。
- ・レモンよりもトマト、トマトよりも大根の方が固く、液体が流れ出ないため電極を安定して刺しやすく作りやすい。

## 10. 感想

レモン電池を作る途中の金属の刺し方や位置のばらつきだけでも性能が変わることが意外だった。塩を入れて性能が変わったので、他にもっと電池の性能を強化できる材料があるかもしれない。電極間の距離を極限まで近づける事も電池の性能を強化できる可能性がある。強力な電池を作れるとSDGsに貢献できるので、新しい材料や作り方の発見ができると良い。

## 11. 参考文献

理科の図鑑 田中千尋監修 誠文堂新光社 2019年12月