

野菜電池

～じゃがいもでケータイを充電する～

・化学班・

西村優希 阿部佑沙 春日桃子

鹿角日向 塩谷理乃 土田萌

・指導員・

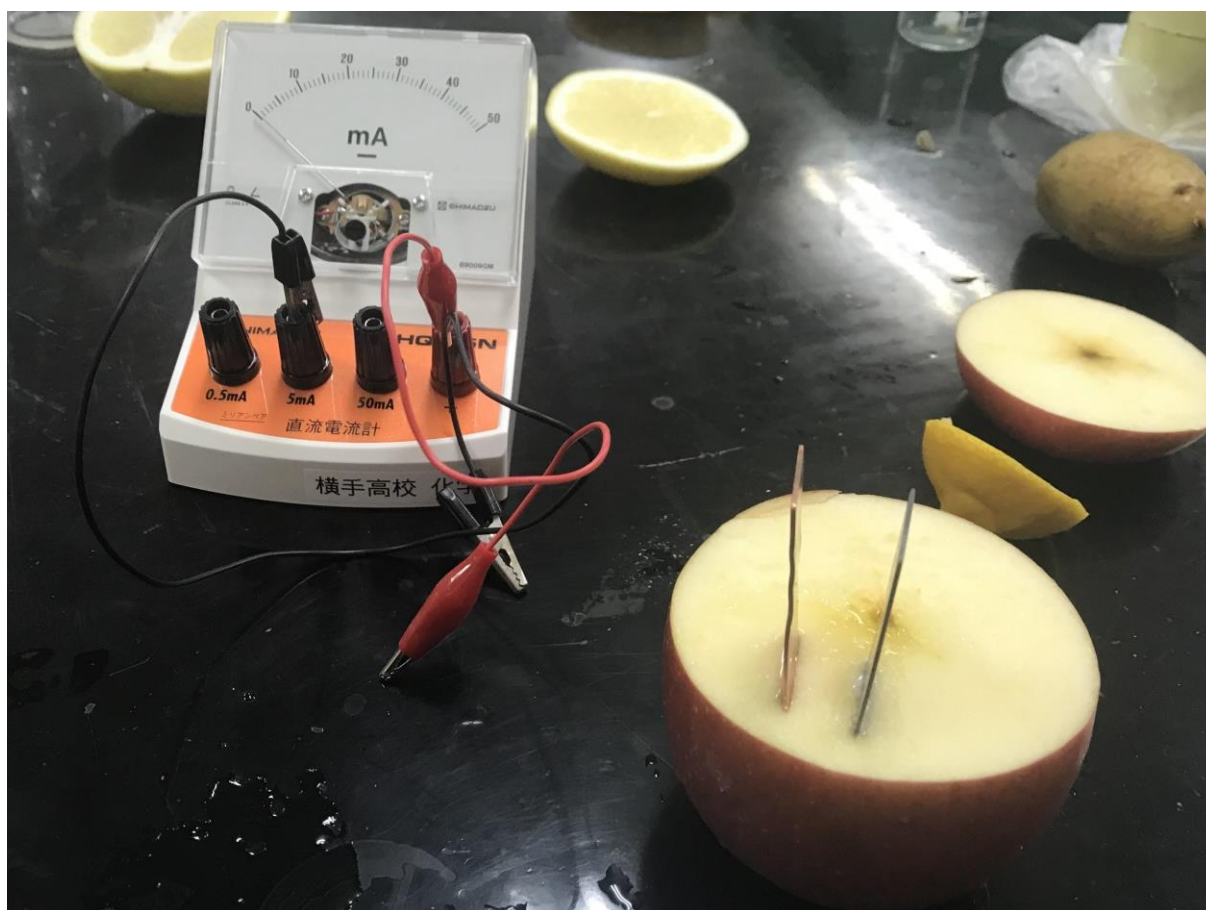
・はじめに

地震大国日本において、その影響による停電を防ぐことは今の私たちにはできない。そこで、家庭にあるもので電気を作り出すことができれば災害時に役に立つと思い、中学生のときに教科書に載っていた果物電池に興味を持った。そして、災害時にスマートフォンを充電することができなかった経験から、果物電池の原理を応用して、ケータイを充電できるくらいの電気を作り出したいと考え、研究をスタートした。

・果物電池とは

二つの異なる金属板を電極として、イオン化傾向の違いによって、果物に含まれる成分を電解質として起電力を起こす仕組み。手に入りやすかったため、以下の実験では、すべて銅板と亜鉛版を用いることにする。(写真1)

写真 1



・予備実験

様々な種類の野菜や果物を対象に、どのくらい大きな電流が流れるのかを測定した。その結果、ただ断面に電極をさすだけではなく、対象を絞ったりすり下ろしたりして電極との接し方を変えることで、より大きな電流が流れることが分かった。(図1、図2)

このとき、野菜や果物の種類によって流れる電流量に違いが見られたため、それらに含まれる成分が電流の流れやすさに影響を及ぼしているのではないかと考えた。そこで、各食品一個あたりに含まれる様々な物質の質量、またはイオンの物質量をインターネットで調べ、実際に流れた電流量と関係があるのかを散布図を作って調べた。

その結果、ビタミンC、リン酸などの酸の質量と電流量には相関関係がないことが分かった。しかし、果物に主に含まれるカリウム、カルシウム、マグネシウムなどのイオン量と、流れる電流の大きさには正の相関がみられた。

図 1

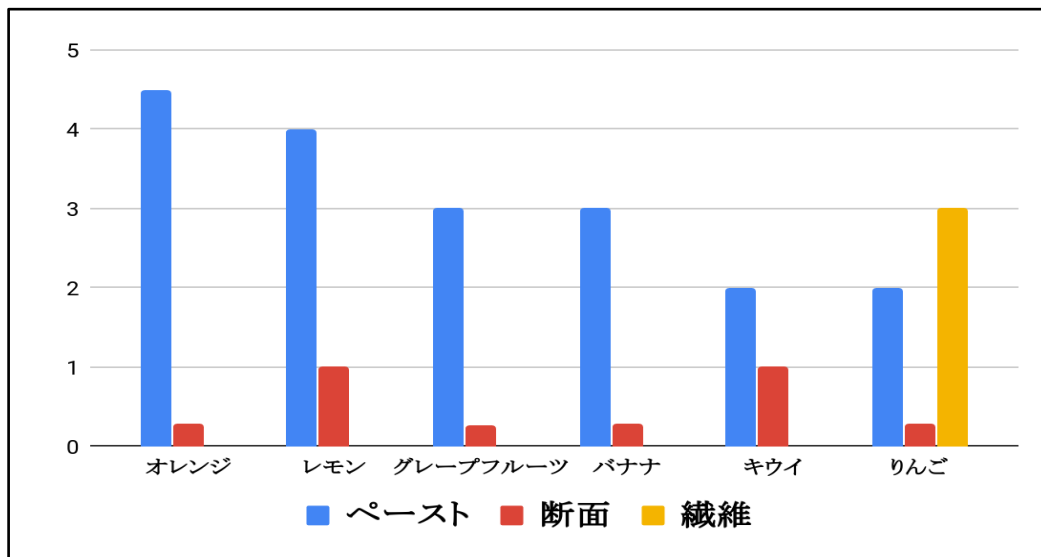
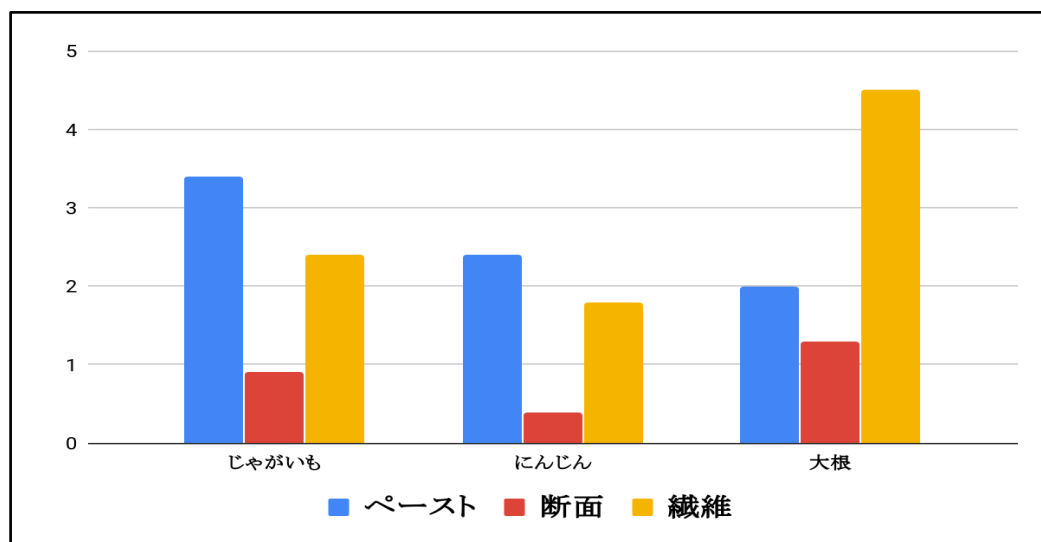


図 2



- ・ 仮説① 含まれるイオン量や酸の量は、流れる電流量に比例するのではないか

<動機>

予備実験から、酸味のある食べ物に比較的多くの電流が流れることが分かったので、イオンの量に加えて酸の量にも焦点を当てて実験を行うことにした。

<実験>

果物に近いモル濃度のクエン酸と塩化ナトリウムの水溶液をそれぞれ50mlにそろえ、電極と仕切り板とともにビーカーに入れ、電流量を調べる。(写真2)

代表的で手に入りやすいという理由から、クエン酸と塩化ナトリウムを用いることにする。

<結果・考察>

クエン酸・塩化ナトリウムともに、物質
量ごとに得られた最大電流量の違いは
あるものの、数秒経つと違いがほとんど
見られなくなった。(図3・図4)クエン酸
に関しては、銅板から気泡が見られたた
め、分極が起こって起電力が低下したと
考えられる。(予備実験の際も同様の動
きが観測できた。)

したがって、イオンや酸の量を増やす
だけでは充電に必要な電力は得られな
いと考えた。

図 3

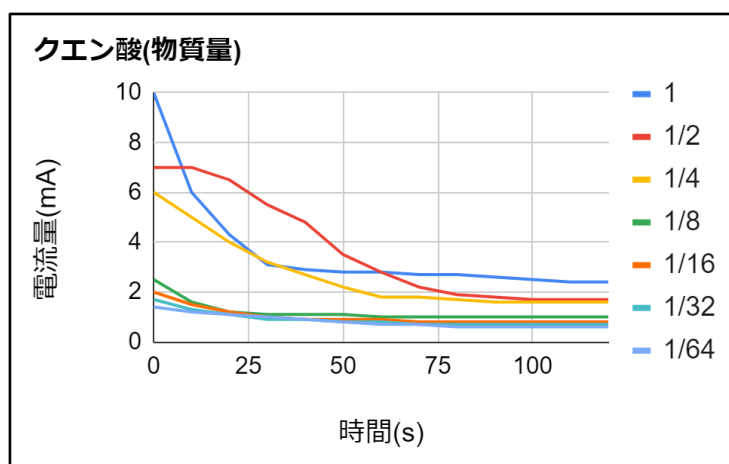


図 4

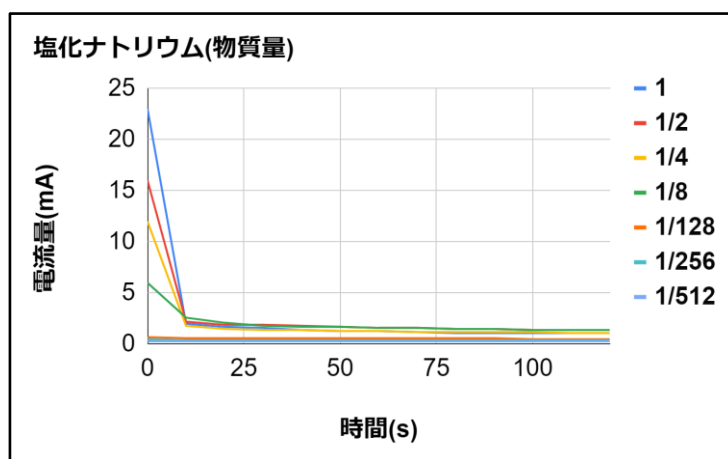
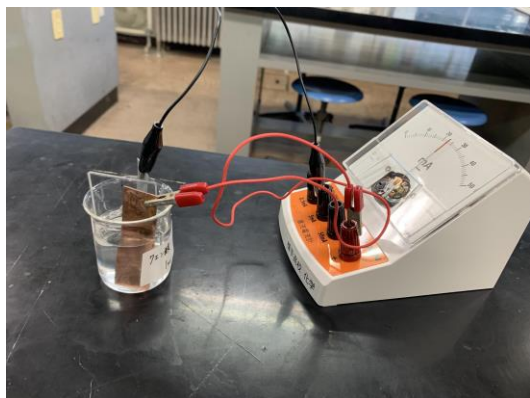


写真2



- ・ 仮説② じゃがいも電池の数を増やすことで、より大きな電力が
得られるのではないかと

<実験>

じゃがいもを一定量入れたビーカーを直列につなぎ、ビーカー(電池)の個数と起電力の大きさとの関係調べる。電池は6個まで直列にして測定した。(写真3)

<結果・考察>

図 5

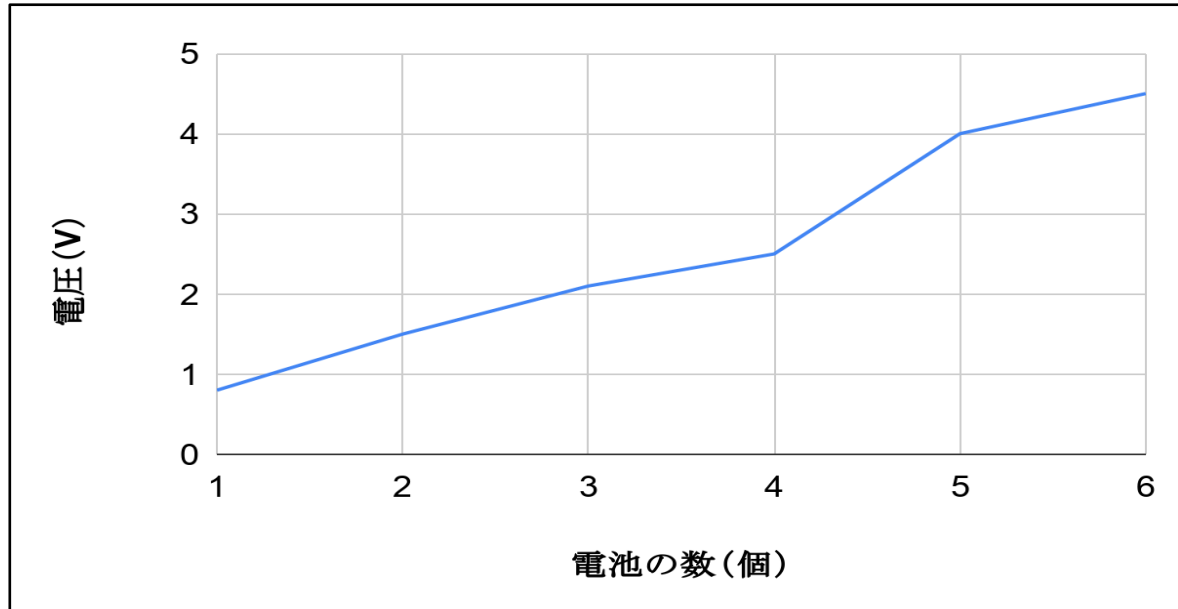
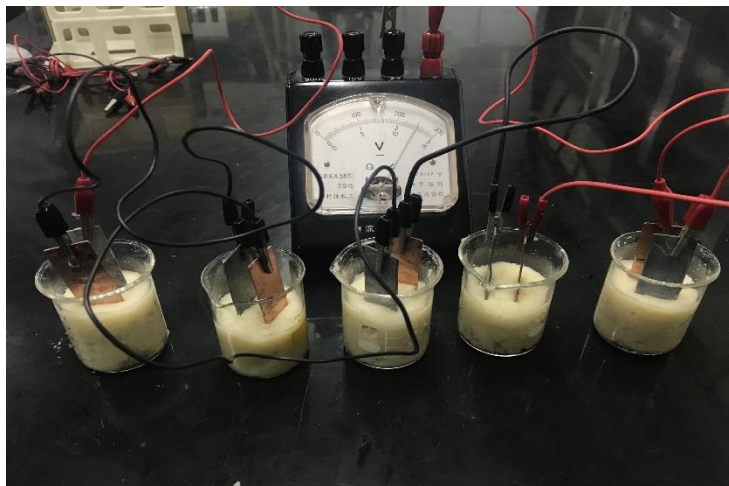


写真 3



電池の個数とともに起電力が大きくなったが、電流量を測ったところ電池の個数に関わらず、10 mA前後になった。電圧が増えたものの電流の変化が見られなかったのは、じゃがいも電池の個数とともに全体の抵抗が増えたためだと考えられる。(図5)

→抵抗の増加を抑えつつ得られる電流量を増やす方法を考える

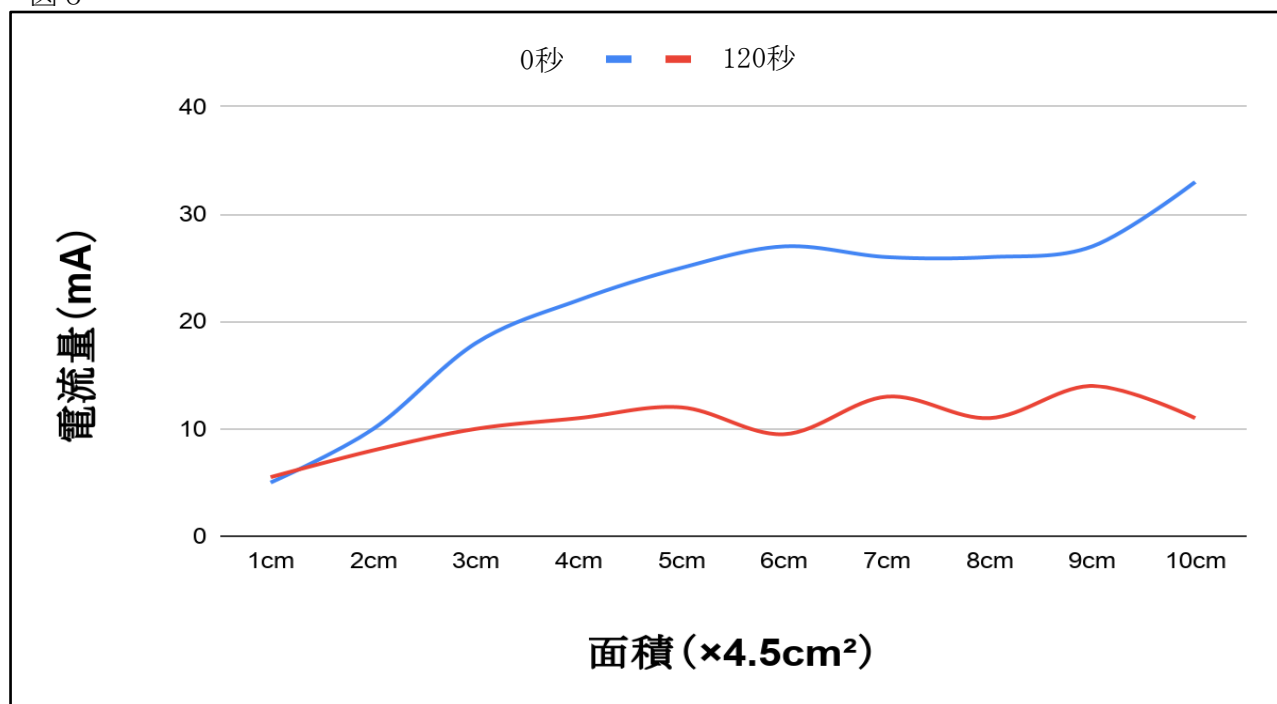
- **仮説③** 抵抗の増加を抑えるために電池一つから得られる電流量を上げ、電池の数を減らせばよいのではないか

<実験>

電池の数は1個で今までよりも大きな銅板と亜鉛板を使い、高さのあるビーカーにじゃがいもを詰めて、電極とじゃがいもが触れる表面積を大きくする。

<結果・考察>

図 6



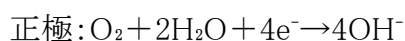
電流を流した直後は、表面積が大きくなるにつれ電流量が大きくなったが、時間がたつと、表面積と電流量の大きさの関係がみられなかった。(図6)

よって、表面積と電流量の大きさの関係が見られなかったことから、表面積の増加に伴った電流量の大きさの変化には上限があるのではないかと考えた。

次にガラケーの充電器に直接つなぐ前に、ガラケーを充電するのと同じくらいの電流量を必要とするプロペラを用いて実験した。流れる電流量によってプロペラが回るスピードも変化するので、プロペラがより早く回ると充電が可能になるかもしれない…！電池2個以上の時は、初めにプロペラが勢いよく回り、その後スピードはやや減速するものの、回り続けた。試しに充電器に電池を接続してみると、最大電流が得られる初めの数秒は、充電マークが着いたが、すぐに消えた。

ここで、なぜじゃがいもと電極が触れる面積を増やしても、得られる電流量に上限があるのかという疑問が上がった。小さい電極から大きい電極に変えると、電流量は増加したが、そのままじゃがいもと触れる面積を増やしても電流量は増加しなかった。

ここから、電池の表面に見える、つまり空気と触れている電極の面積が関係しているのではないかと考え、銅板で起こる反応では、燃料電池の正極と同じように、酸素が使われているのだと推測した。



・ 仮説④ 正極と空気とじゃがいもが触れる面積を大きくすれば、より大きな電力が得られるのではないか

＜実験＞

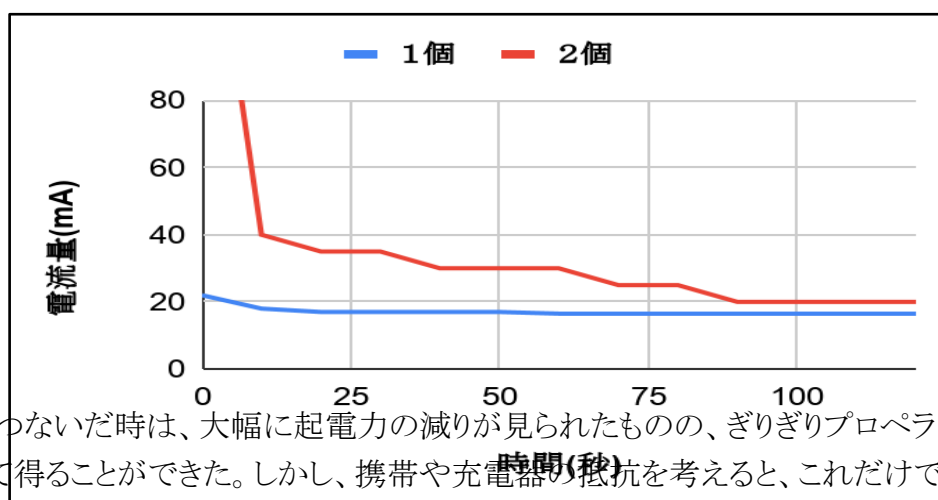
従来の蒸したじゃがいも電池に、渦巻き状にした銅板と亜鉛版をさして電流を流した。
→空気に触れる面積を大きくし、使うじゃがいもの量を減らせるという点でこの形をとった
また、これを複数個直列でつないで流れる電流量を調べた。



←実験の様子

＜結果・考察＞

1個のみで電流を流した時は、起電力の減りはほぼ見られず、16mAで安定した。2個直列につないだ時は、初めはかなり大きな電流が流れたが、起電力が次第に小さくなり、20mAで安定した。
(図7)



また、2個つないだ時は、大幅に起電力の減りが見られたものの、ぎりぎりプロペラが回る量の電流を継続して得ることができた。しかし、携帯や充電器の抵抗を考えると、これだけでは充電が可能とは言いがたい。→もっと効率よく正極と酸素を反応させる方法を考える

・ 仮説⑤ じゃがいも内部で酸素を発生させれば、より大きな電力が得られるのではないかと

＜実験＞

じゃがいもの内部でも銅板と酸素を反応させるために、蒸したじゃがいものに酸化鉄とオキシドールを混ぜ込んで酸素が発生する状態を作った。また、電極は先程と同様に渦巻き状にさし、これも複数個つないで流れる電流量を調べた。

<結果・考察>

表 1

	4個直列
電流量(mA)	50mA
プロペラ	◎
ライト	24時間以上ついた

前よりも
起電力が低下しにくい！

じゃがいも電池を4個直列につないだ場合、プロペラがかつてないほどに勢い良く回った。安定して得られた電流量は50mAだった。また、これをガラケーに繋いだところ、前回は一瞬しか充電出来なかったのに対し、充電マークがついたままになった。さらに、ガラケーよりも電流量が必要なライトにつないだところ、24時間以上明かりがついたままだった。(表1)

この結果をふまえると、プロペラの実験から、酸化鉄とオキシドールを加えた電池は、得られた電流量が大きいことがわかり、ライトの実験から、持続力もあることがわかった。

・今後の展望

これまでの結果をもとに私たちは、さらに大きな電流を長時間保ち、スマートフォンを充電できるだけの電力を得る方法を見つけることを最終的な課題として、今後の研究を進めていきたい。得られる電力と何かにおいて比例関係が見つかれば、充電のために必要な電池の数を具体的に数値化できるようになると思う。

現時点では、ガラケーを充電すること、電気を24時間以上つけることが、私たちが作ったじゃがいも電池の最大の能力だ。比較的安く、手に入りやすいじゃがいもで作る電池を幅広い用途で利用できるようにこれからも研究に力を入れていきたい。

・ 謝辞

最後に、なかなか結果の出ない実験を最後まで温かく見守り、適切な指導を賜った指導教官の鎌田孝司先生、加藤華世先生に厚く感謝を申し上げます。

・ 参考文献

野菜成分表: <https://www.yasainavi.com/eiyou/eiyouhyou/>

果物成分表: <https://www.kudamononavi.com/eiyou/eiyouhyou/>

