

## すごいぞ!日本の電池技術 重曹蓄電池実用化への挑戦で得た感動

松山市立椿小学校 第6学年 白井義真  
指導教諭 中塚広樹

### 1 研究の動機

私の弟が小学3年生の時に、『びっくり!どら焼きの材料で発電!?～蓄電池の研究～』という標題で自由研究をしました。

この自由研究では、身の回りにある材料で蓄電池ができるのかを調べるために、しょうゆ、ウスターソース、マヨネーズ、水道水、砂糖(砂糖水溶液)、塩(食塩水溶液)、酢、重曹(重曹水溶液)を使った実験をしました。実験の結果、なんと!どら焼きをふっくら焼き上げるのに欠かせない重曹水溶液と、鉛板電極の組み合わせで蓄電池ができることを明らかにしました。

この研究の結果を受けて私は、さらに深く重曹水溶液と鉛板電極の組み合わせでできる蓄電池の特性について調べたい、なぜ世の中には鉛・重曹蓄電池が無いのか、その理由を調べたいと思い、研究をすることにしました。

### 2 重曹蓄電池の特性調査実験

表1に示す実験条件で、写真1に示す実験装置構成で充電を行い、放電実験は写真2に示すように行いました。(これらの実験は、重曹蓄電池3つを直列つなぎで行いました。)

表1 充放電実験条件

実験番号	実験名	電極長さ	充電条件
E03	重曹水溶液4%LED放電	70 [mm]	9.0 [V] 5 [h]
E09	重曹水溶液8%LED放電	70 [mm]	9.0 [V] 5 [h]

※ 使用した鉛電極はリボン形状で、幅は15 [mm]、厚さは0.25 [mm] で、以降長さを変えて実験を行いました。

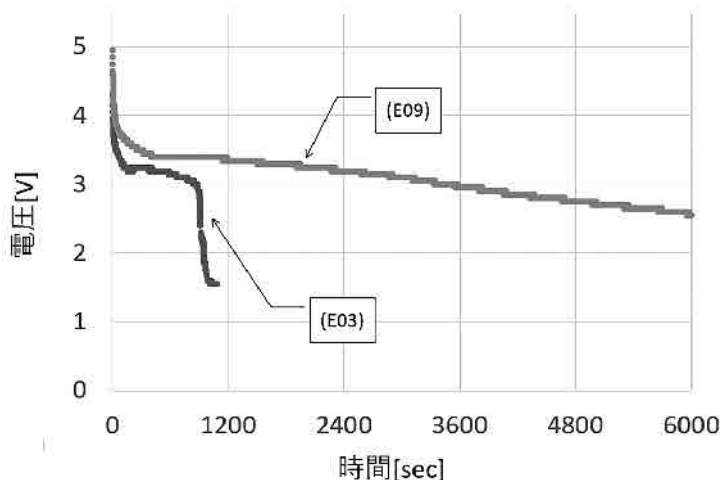


写真1 実験装置構成



写真2 白色LED放電実験の様子

実験の結果、グラフ1で示すとおり重曹水溶液8%は、4%の場合と比較をして、充電条件が同じでもLED放電時間が最大7倍になることが分かりました。



グラフ1 放電実験の結果  
 (E03)の放電時間 約15 [min]  
 (E09)の放電時間 約105 [min]

### 3 重曹蓄電池の高容量化について

#### (1) 充電中におけるデンドライトによる短絡問題

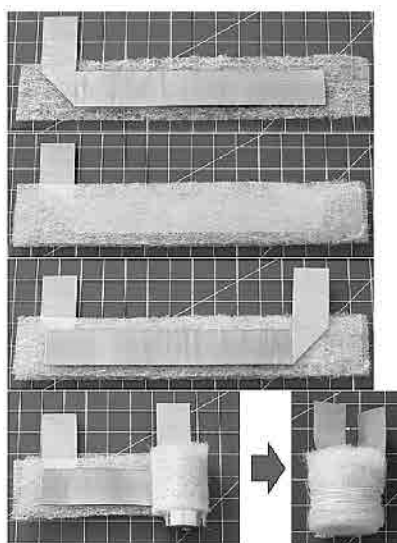
これまでの実験で製作をした重曹蓄電池は、白色LED1つを点灯させる能力をもっていました。写真3に示す豆電球(2.5 [V] 500 [mA])を点灯させる能力はもっていませんでした。この理由は、白色LED1つを点灯させるのに必要な電流は5 [mA] ~ 30 [mA] 程度であるのに対し、豆電球では300 [mA] ~ 500 [mA] も必要で、実験で製作をした重曹蓄電池では、300 [mA] ~ 500 [mA] の電流を取り出すことができなかつたためです。なお、白色LEDと豆電球で必要とする電圧は、どちらも2.5 [V] ~ 3.0 [V] です。(ただし、LEDは加える電圧が2.4 [V] 未満の場合は点灯しませんが、豆電球は0.8 [V] 程度までならばわずかに点灯します。)



写真3 豆電球

蓄電池から多くの電流を取り出すにはどうすればいいのか調べたところ、電極間距離を小さくして、さらに、電極面積を大きくすればよいということが分かりました。

そこで、換気扇用のフィルタで電極をセパレートすることで、電極間距離を小さくして重曹蓄電池を製作しました(写真4)。



- (1) フィルタの上に電極を置く
- (2) その上にフィルタを置く
- (3) その上に電極を置く
- (4) 電極を巻いてこれを重曹水溶液に浸し重曹蓄電池とする

写真4 重曹蓄電池(重曹水溶液8%)の高容量化の試行

この重曹蓄電池を充電したところ、充電開始から30分を超えたあたりから急激に充電電流が大きくなり、電源装置の安全装置が働いて電源がOFFになりました。

この原因を探るために重曹蓄電池の内部を開けてみると、フィルタにいくつかの黒い点が発生していました(写真5)。この部分を調べると電極のプラス極とマイナス極が接触をしており、この結果、回路が短絡をしていることが分かりました。

この現象について調べてみると、電極間に電流を流すことで図1のようにデンドライトが発生し、これによって電極が触れて短絡をすることがあるようです。今回の実験結果もこのことが原因ではないだろうかと思いました。

## (2) デンドライト対策

デンドライトが発生すると、これが換気扇用のフィルタの穴を突き抜けてしまい、電極が短絡をして充電がうまくできないことが分かりました。

デンドライトを通さない程度の小さな穴の開いたシートが無いか調べてみると、セロファンは目に見えない非常に小さな穴が開いており、セパレータに向いていることが分かりました。

この調査結果を受けて、今回は、フタムラ化学株式会社様のご厚意で、研究用に無償で分けていただいたアルカリ電池専用セロファン(P5-1 #300)を用いて実験をすることにしました(写真6)。

前述のセロファンを使って、図2に示す構造で、重曹蓄電池(電極長さ460 [mm])を製作しました(写真7)。

この重曹蓄電池では豆電球を点灯させることができ、点灯時間は約120 [sec] でした。



写真5 デンドライトの発生による電極間短絡

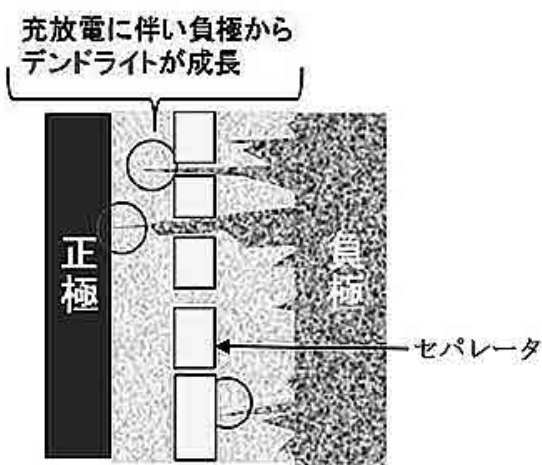


図1 デンドライトの発生の様子(概要)



写真6 アルカリ電池専用セロファン

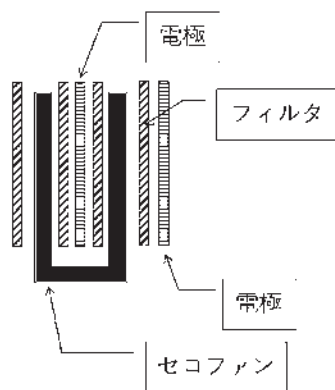


図2 セロファンを使った重曹蓄電池の断面構造



写真7 重曹蓄電池(重曹水溶液8%)



### (3) 重曹蓄電池の高容量化達成と放電性能評価

重曹蓄電池から取り出せる電流を大きくするには、充電時にデンドライトに邪魔をされないように、セパレータを使って電極間距離を小さくすればよいことが分かりました。さらに、大きな電流を長く取り出すには電極面積を大きくすればよいので、この実験を行いました。

実験は、電極長さ2000 [mm]、直径約110 [mm] の重曹蓄電池を3つ製作して行いました(写真8)。

また、充電は1セルあたり3 [V] で10 [h] 間行いました。

なお、放電実験は重曹蓄電池3つを直列つなぎ(放電初期電圧約5 [V])で行いました。初期電圧が高いため、豆電球2つを直列つなぎとして放電実験を行いました(写真9)。

放電実験の結果、豆電球を約40 [min] 間安定して点灯させることができました。

今回製作をした重曹蓄電池の放電性能評価をするために、市販品の乾電池との性能比較をしました(図3)。

比較の結果、製作をした重曹蓄電池は、市販品の単5型アルカリ乾電池とほぼ同じ放電性能であることが分かりました。しかし、重曹蓄電池と市販品の単5型アルカリ乾電池では、重さは73倍、体積は764倍も重曹蓄電池の方が大きく、さらには、市販品の単5型アルカリ乾電池の使用期限は製造から2年間を保証していますが、重曹蓄電池では自己放電により22時間程度で完全放電してしまうことも分かりました。

結論として、重曹蓄電池は実用化には全く適さないことが分かりました。また、今回の研究を通じて私は、日本の電池技術水準の高さを痛感し、感動しました。

## 4 参考文献

### 05. 電池の内部抵抗と過電

[https://edu.yz.yamagata-u.ac.jp/Public/56307/56307\\_05.asp](https://edu.yz.yamagata-u.ac.jp/Public/56307/56307_05.asp)

リチウムイオン電池用セパレータの技術動向 2015年10月機能紙研究会誌 No. 54吉野彰 p 9 ~ p 13

Vol. 8, No. 4, 2015年 8月31日発行/ナノイノベーションの最先端(第35回)株式会社日本触媒：<https://www.nanonet.go.jp/magazine/archive/?page=1343.html>

日本ガイシサイエンスサイト：<https://site.ngk.co.jp/lab/no74/>



写真8 重曹蓄電池  
(重曹水溶液 8%)

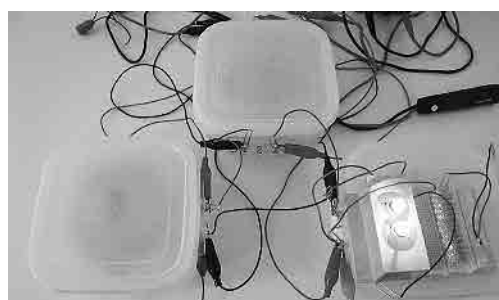


写真9 豆電球による放電実験の様子

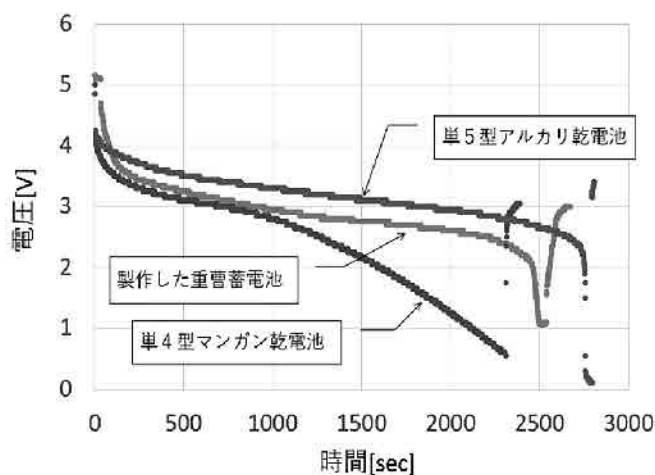


図3 重曹蓄電池の放電性能評価

放電性能比較では、重曹蓄電池の放電実験と同じ実験条件、すなわち、乾電池は3つを直列つなぎとして、豆電球は2つを直列つなぎとして、放電実験を行いました。