

宍道湖・Air 電池 II

～湖水と空気から電圧を得る一工夫～



実施担当者 島根県立松江南高等学校
部活動指導員 加賀 理夫

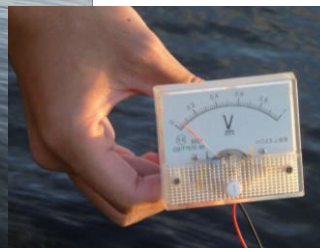


写真 1

1 はじめに ～これまでの研究の歩み～

本校では、日々の部活動で、汽水域の宍道湖を中心に水質調査を行っている。(写真1, 地図1)採取した水の水質調査をするだけでなく、発展性のあるものに挑戦したい気持ちで部活動を行っている。

昨年度までの研究を紹介したい。昨年度の研究で分かっていることは次のとおりである。

『長いアクリルパイプの上側と下側に炭素棒をセットし、湖水に浸すと0.02V～0.04Vの電圧が測定できた。』

(イラスト1)

昨年度に続き、宍道湖の湖水と空気とから、電圧を得る『宍道湖・Air電池』の、作成に挑戦している。

本研究を通し、炭素棒や炭素繊維に吸着している酸素と「宍道湖 Air電池」の電圧に関連性があるという知見を得たので報告する。

宍道湖(しんじこ) 1/10 塩分濃度



地図 1

2 今年度の活動

今年度行った活動は主に次の2つである。

- 2-1 宍道湖を中心とした内水面の塩分濃度やpH等の調査
- 2-2 作成した宍道湖・Air電池の電圧の測定及び電圧が生じることの理論追究

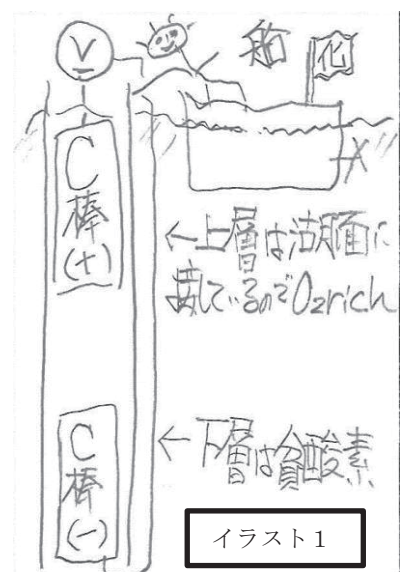


イラスト 1

2-1 宍道湖を中心とした内水面の塩分濃度やpH等の調査
 上流から下流に向けての塩分データ(地図1)

調査地点	斐伊川下流	宍道湖	大橋川	中海	日本海
塩分濃度(%)	0	0.2~0.9	0.9 ± α	0.8~2.6	2.9~3.6

pHは7前後で、測定地点や測定日によって様々であり、測定を継続している。

2-2 昨年度に作成した宍道湖・Air電池の電圧の確認実験

昨年度の仮説『正極の溶存酸素濃度が大きいほど高い電圧が得られるだろう。』をもとに

水面近く(+)C | 宍道湖水(NaClaq) | C(-)底面を作成し、酸素ポンプでO₂を吹き込み、溶存酸素濃度を上げて電圧を測定してみたところ、電圧増加は確認できなかった。

昨年度立てた仮説の変更を考えねばならず、今年度の研究はここからが出発であった。(イラスト2)

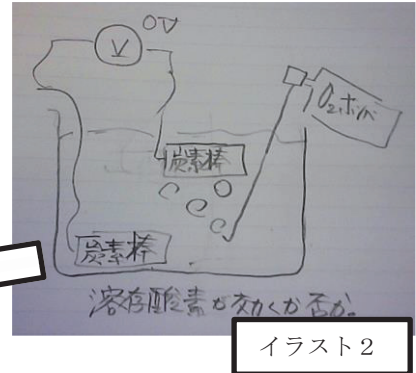


イラスト2

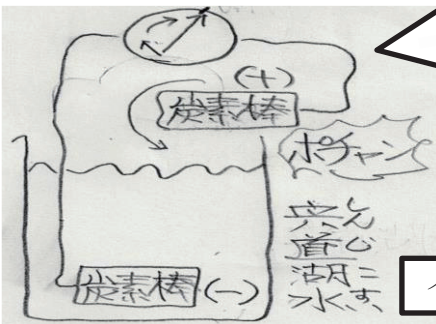


イラスト3

2-2 続き

乾いた炭素棒をそのまま湖水に浸けても、電圧は生じない。つまり、炭素棒を一度湖水に浸け、取り出して再度湖水にポチャンと浸けると電圧が生じることが確認できた。(イラスト3)

結果として0.02V~0.1Vの電圧が生じた。

3 目的

昨年度の研究で宍道湖水に炭素棒を浸けると電圧が生じることが分かった。しかし、発電の理論追究まで至っていない。本年度は上下層の炭素棒電極の関係を解明することで、今後の研究の役立つと考え、研究に取り組むことにした。

4 仮説

前年の溶存酸素量と電圧の関係を炭素棒に吸着している酸素が生じる電圧に関係しているのではないかと考え、次の仮説を立ててみた。

『炭素棒に吸着した酸素が多いほど、高い電圧が得られるだろう。』

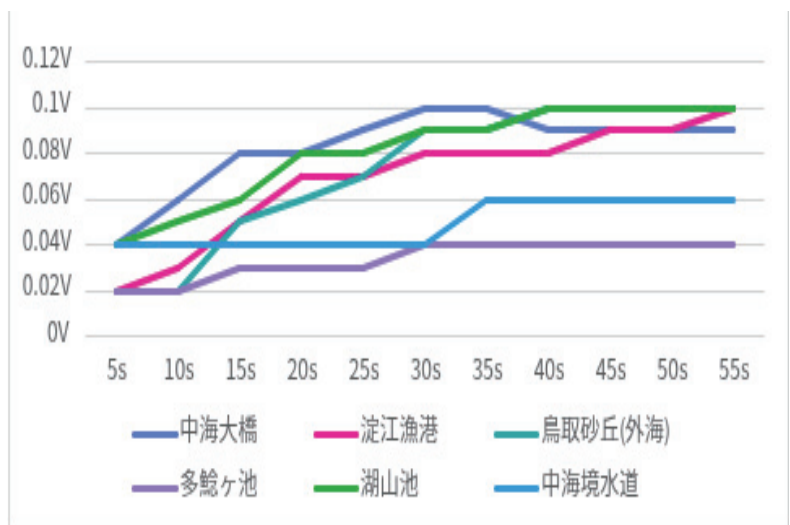
5 実験及び結果

5-1 湖水で濡らした炭素棒を放置後、再び湖水に炭素棒を挿入する実験

湖水で濡らした電極を放置した後、電圧が生じることを確認できたので結果を示す。

松江南高校周辺の宍道湖、中海、及び日本海から採水したものである。

横軸が放置した時間(秒)数、縦軸が生じた電圧(V)である。このグラフから生じた電圧のMax値が0.1Vだと分かる。(実験装置はイラスト3、グラフ1)



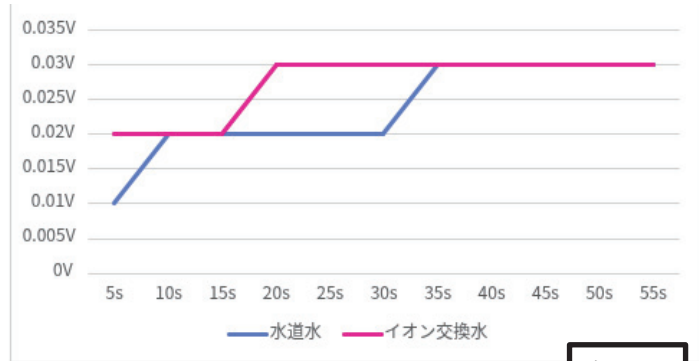
グラフ1

5-2湖水中で濡らした炭素棒を放置後、再び湖水中に炭素棒を挿入する実験

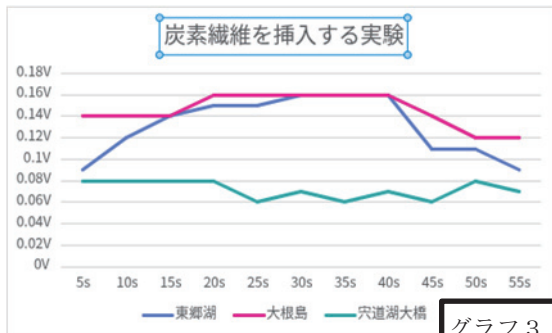
水道水とイオン交換水でも同様の実験をしましたが、ほとんど電圧は生じなかった。生じた電圧の Max 値が 0.1V だと分かる。(実験装置はイラスト3, グラフ2)

5-3炭素棒の代わりに炭素繊維を使う実験

炭素棒の代わりに表面積の多い炭素繊維を使い、吸着する酸素を増やす工夫をした。結果として炭素棒で行った実験と比べて、大きい電圧を生じるということが分かった。(グラフ3, 写真2)

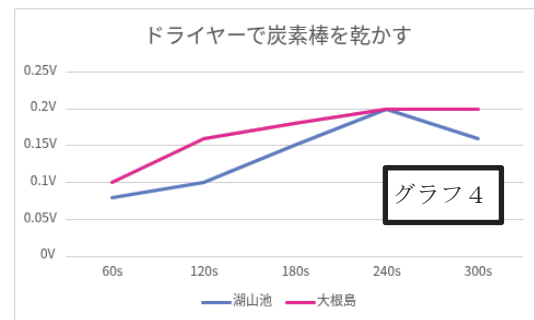


グラフ 2



グラフ 3

5-4炭素棒を一度水につけた後、取り出してからドライヤーで乾かしてから水につける実験を試みた。結果は前述の 5-3 の実験と同様に炭素棒を水につけて放置する実験と比べ大きい電圧が生じるということが分かった。Max0.2V (グラフ4)



グラフ 4

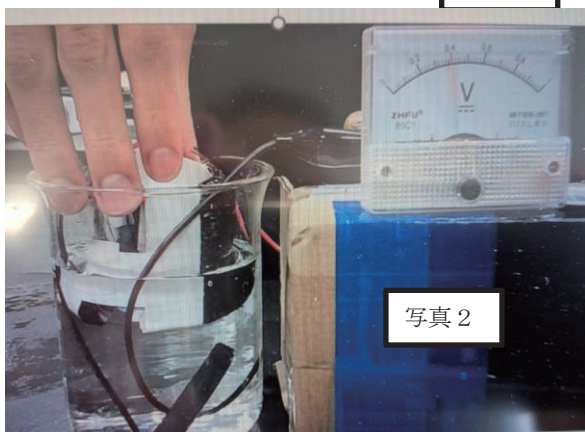


写真 2

6 考察

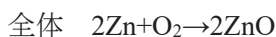
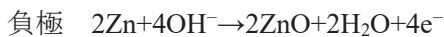
これらの実験から

- ①表面積が大きいと吸着される酸素が多くなり生じる電圧が大きくなる。
- ②炭素が乾いた状態であるところに吸着する酸素が多くなり生じる電圧が大きくなる。

という 2 つの結論に至った。

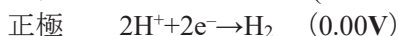
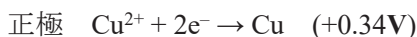
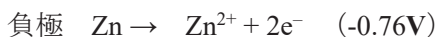
(1) 市販の空気電池の半反応式との一致

考察の確認として omron の空気電池の反応式



と、作成した「穴道湖 Air 電池」との一致が見られた。

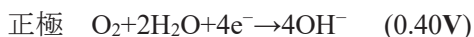
(2) ダニエル電池やボルタ電池の半反応式や標準電極電位(電気化学便覧)を見てみると、



ダニエル電池(1.1V)

ボルタ電池(0.76V)

となっていて、私達の作った「穴道湖 Air 電池」の半反応式も見てみると



となり、酸素の標準電極電位と一致が見られた。(写真 2)

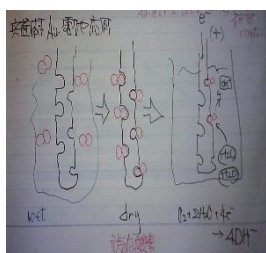
7 今後の展望

- 7-1 「宍道湖 Air 電池」の性能を上げて、プロペラモーターを回せるようにしたい。
- 7-2 地元の小学生に「宍道湖 Air 電池」の作り方を教えて普及させていきたい。

8 希望

2025 年にノーベル賞を受賞した MOF(金属有機構造体)を使い、酸素を含ませて、宍道湖・Air 電池に応用できるか試してみたい。(イラスト4)

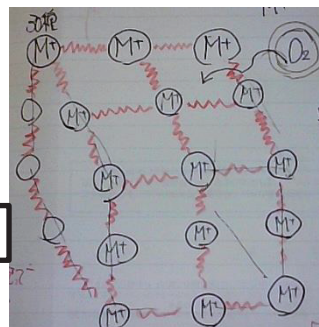
9 実験のイメージ図



炭素棒を水に付けた状態だと元々付着していた酸素分子が水に溶け、代わりに炭素棒に水が付着する。その状態で水から取り出すと付着した水が蒸発して酸素分子が付着する。その後もう一度水に浸けると $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$ の反応式が起これ、電子を得て電圧が発生すると考えている。(イラスト5)

イラスト5

イラスト4



10 発表ポスター

- 10-1 11月7日(金), 8日(土)に島根県高等学校文化連盟自然科学研究発表会に部員2人で出場し、ポスター発表優秀賞, ステージ発表最優秀賞を受賞した。
- 10-2 12月20日(土), 21日(土)に当中谷財団成果発表会口頭発表, ポスター発表を行った。
- 10-3 令和8年1月10日(土)に島根大学エスチュアリー研究センター主催の汽水域合同研究発表会に出場し発表賞を受賞した。

11 謝辞

本研究は中谷財団から科学教育振興助成を受けています。
 ここにお礼申し上げます。「ありがとうございました。」

12 参考文献

- 三重大学エネルギー変換化学今西研究室 『水溶液系リチウム空気二次電池の研究』 R6HP
- 広島大学 大学院工学研究院 准教授 日比野 忠史 『太陽光発電を越えるヘドロ燃料電池の実用化』 OMRON 空気電池取扱説明書

13 追記

本研究は令和8年7月に行われる全国高等学校総合文化祭に出場します。

発表ポスター