



教育の場におけるスライム電池の改良

～起電力の変動要素としてのホウ砂量の影響について～

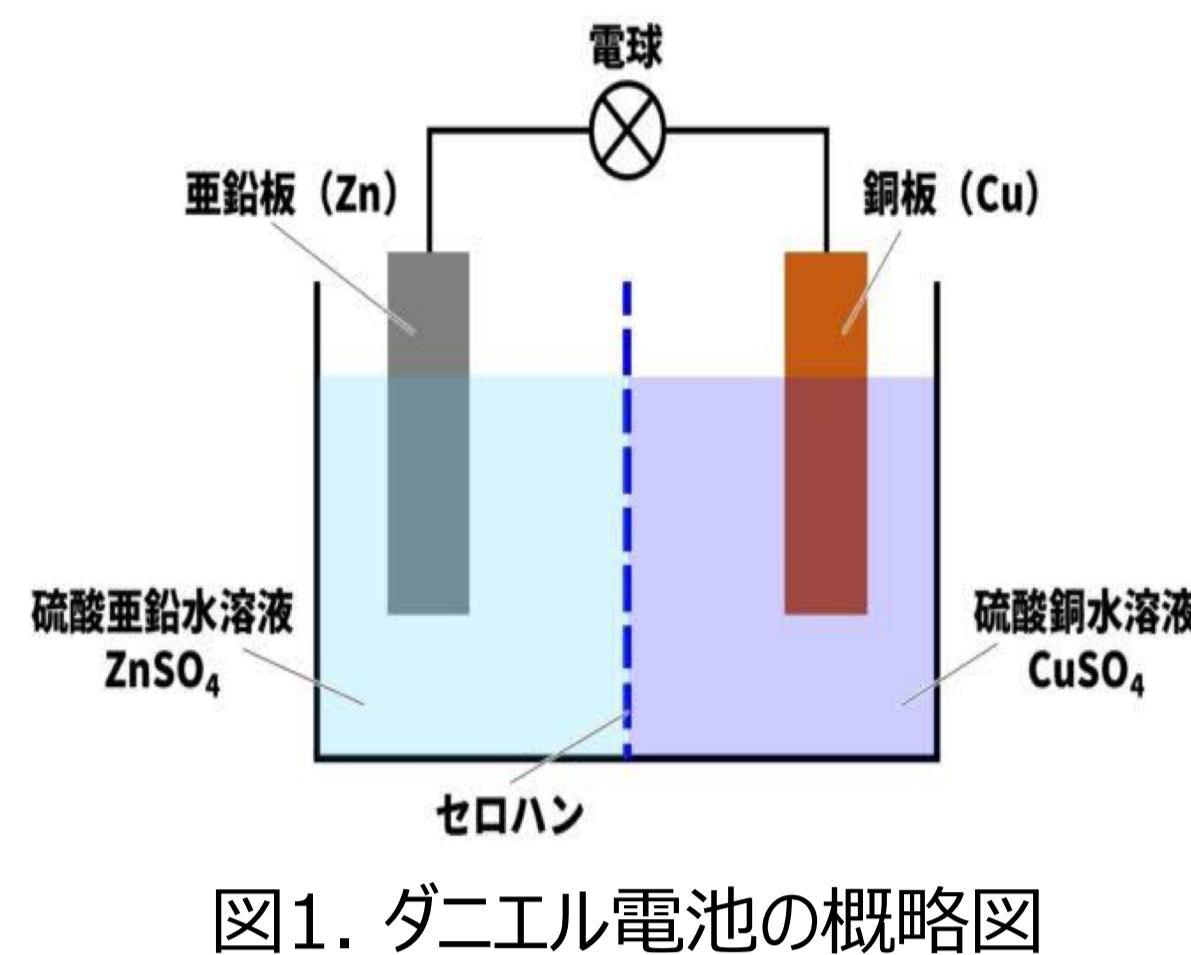
大阪府立豊中高等学校 文理学科2年

松原 達樹 新井 結菜 高木 広季 中川 紗弥

(1) 研究背景

ダニエル電池の材料である硫酸銅(Ⅱ)や硫酸亜鉛は劇物である。したがって、実験時にこれらの物質を含む水溶液がこぼれ、人体に触れると、生徒にとって危険である(引用1 および 引用2)。

そのため、本校ではダニエル電池に用いる電解液をスライム状の粘性が高い状態にし、危険性を回避する研究が行われてきた。



(5) 方法Ⅱ 起電力測定

- ① シャーレに硫酸銅(Ⅱ)スライムを半量、その上に銅板、その銅板の上に硫酸銅(Ⅱ)スライムを半量、さらにセロハンを重ねて置いた。
- ② ①のセロハンの上に、硫酸亜鉛スライムを半量、その上に亜鉛板、さらに硫酸亜鉛スライムを半量重ねて置いた。
- ③ この構造のスライム電池の起電力を測定した。



図3. スライム電池の組立て

(2) 現状分析と課題

現状分析

ダニエル電池の電解液をスライム状にした電池(以下、スライム電池という。)の起電力は約0.75 Vである(引用3)。また、スライム電池は起電力が小さく、簡易な電子オルゴールを鳴らすことができない。

課題

スライム電池の起電力を、ダニエル電池の起電力である1.1 Vに近づける。

(6) 測定結果

表1. ホウ砂量を変えたスライム電池の起電力の実測値

ホウ砂\回数	起電力 (V)		
	1回目	2回目	3回目
0.30g	0.32	0.50	0.65
0.40g	0.55	0.52	0.69
0.50g	0.80	0.51	0.52

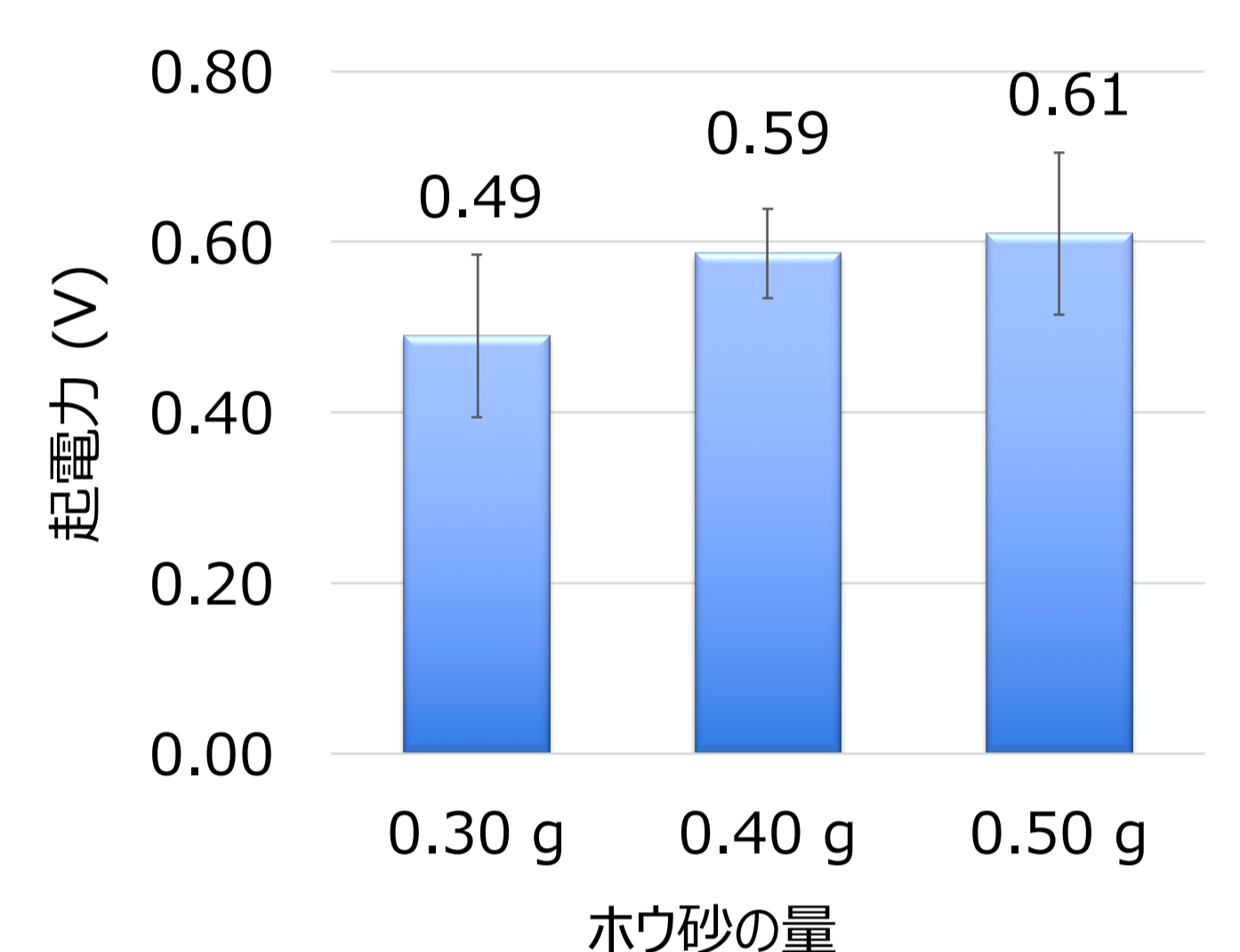


図4. スライム電池の起電力に対するホウ砂量の影響
カラムは起電力の平均±標準誤差(n=3)

ホウ砂量を増やすと起電力も増加した

(3) 新たな発想内容

昨年度の本校の研究

電解液の濃度に差をつけて起電力を上げようと試みたが、起電力の変化があまり見られなかった(引用3)。

今年度の本校の研究

スライムは、ポリビニルアルコールがホウ砂に含まれる四ホウ酸イオンに架橋されることにより生じる。ここで、ホウ砂の質量を少なくすると、架橋する四ホウ酸イオンの数も少なくなると考えられる。つまり、架橋されていない分、スライムに取り込まれる水の量が増え、銅(Ⅱ)イオンや亜鉛イオンがより移動しやすくなって、起電力が大きくなる可能性があるのではないかと?

(7) 考察

スライム電池では、四ホウ酸イオンがポリビニルアルコールを架橋することによってスライムを形成し、架橋構造中に含まれる水に電解質が溶解していると考えられる(図5)。そのため、ホウ砂の質量が少ないほど、架橋構造中に含まれる水が多く、銅(Ⅱ)イオンや亜鉛イオンがより移動しやすくなって、起電力が大きくなると考えたが、結果はホウ砂の質量が多いほど、起電力が大きくなった。この理由として、架橋構造の形成に関与しなかった四ホウ酸イオンなどが電流の増加に起因している可能性が考えられる。

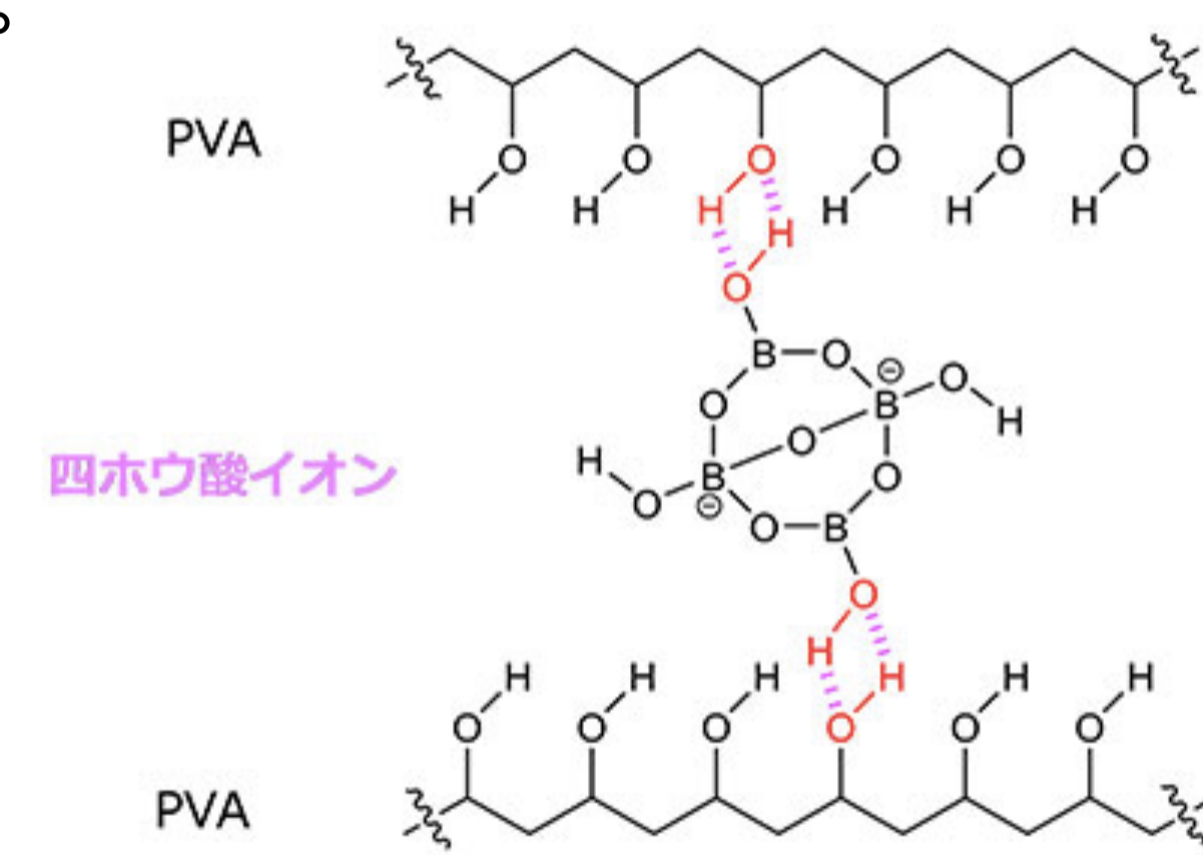


図5. スライムの架橋構造(引用4)

今回、昨年の本校のスライム電池の起電力より低かったが、加熱した水を用いたスライムの攪拌作製中に気泡が発生した可能性がある。

スライム電池の起電力を上げるために、用いる水を水道水に代えて蒸留水したり、セパレーターをセロハンに代えて寒天やろ紙を使用することも検討条件としてはと考える。

(4) 方法Ⅰ スライムの作成

- ① 水10 mLと洗濯のり10 mLを混合した溶液を作った。
- ② 80℃に加熱した水10 mLにホウ砂を溶かしてホウ砂水溶液を作った。このとき、溶かすホウ砂の質量を0.30 g、0.40 g、0.50 gと変えた。
- ③ ①で作った混合溶液に、②で作ったホウ砂水溶液を加えて3種類のスライムを作った。
- ④ 100 mLのビーカーに硫酸亜鉛七水和物 0.258 gをはかりとり、80℃の水を加えて30 mLとした。その後、ホウ砂 1.20 gを追加して混合水溶液を作った。
- ⑤ ④で調製した混合水溶液10 mLを③で作ったスライムに加えて、硫酸亜鉛スライムとした。
- ⑥ 硫酸銅(Ⅱ)五水和物 0.225 gをはかりとり、④・⑤と同様の操作を行って、硫酸銅(Ⅱ)スライムとした。

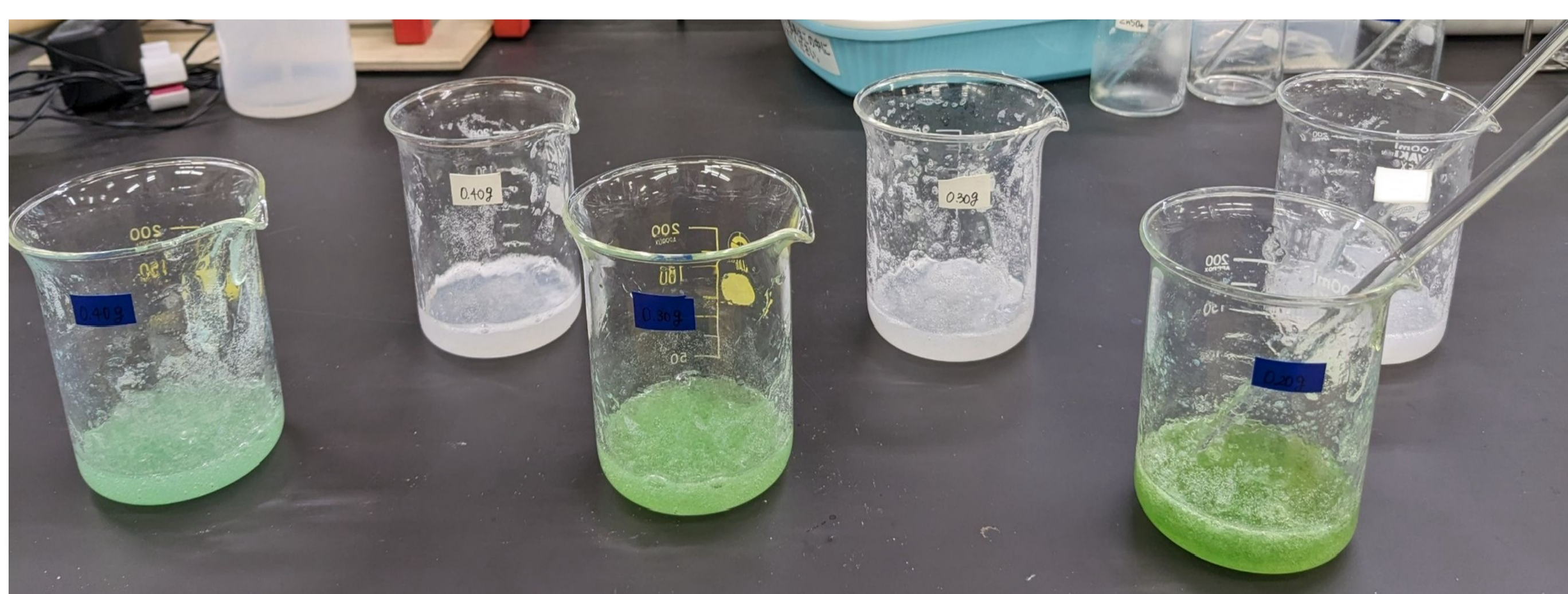


図2. ホウ砂の質量が異なる硫酸銅(Ⅱ)スライムと硫酸亜鉛スライム

(8) 引用文献

- (1) 厚生労働省「職場の安全サイト：化学物質：硫酸銅(Ⅱ)・無水物」
<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/7758-98-7.html>
- (2) 厚生労働省「職場の安全サイト：化学物質：硫酸亜鉛」
<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/7733-02-0.html>
- (3) 杉本亮ほか、教育の場におけるスライム電池の使用、豊中高等学校課題研究発表内容(2022)
- (4) 東京農工大学 工学部「高分子の性質を探る～スライムを作って、高分子の性質を知ろう!～」
https://www.mirai-kougaku.jp/laboratory/pages/191108_02.php