

# 理科学習指導案

指導者 龍岡 寛幸

日時 令和4年6月7日(火) 第1校時(8:45~9:35)  
年組 中学校第3学年2組 計39名(男子20名,女子19名)  
場所 中学校理科教室  
単元 化学変化と電池

## 単元について

本単元の「化学変化と電池」では、電解質水溶液と2種類の金属などを用いて電池をつくる実験を行い、電極に接続した外部の回路に電流が流れることを見いださせるとともに、電極における変化にイオンが関係していること、電池においては化学エネルギーが電気エネルギーに変換されていることを理解させることが主なねらいである。その際、金属のイオンへのなりやすさが異なることと電子の移動する向きを関連させながら、電池の電極における変化についてイオンのモデルを用いて表現させることを通して、電極で生じた電子が回路に電流として流れることを理解させる。ここでは、電池の歴史を追体験させることで、電池の始まりからどのような問題点を解決しながら現在実用化されている電池に発展してきたか興味・関心を高めさせて理解させるようにする。また、日常生活や社会では、乾電池、鉛蓄電池、燃料電池など、様々な電池が使われていることに触れる。

生徒はこれまでに、金属を電解質水溶液に入れる実験を行い、金属が水溶液に溶けたり水溶液中の金属イオンが金属として出てきたりすることなどを見いだすことで、化学変化において電子の授受が行われていることや、金属の種類によってイオンへのなりやすさが異なることを、イオンのモデルと関連づけてさせて学習している。また、備長炭電池を扱うことで、金属が陽イオンになって電解質に溶け出すことで電子が生じることも見いだしている。授業の中でさまざまな電子のやり取りをモデル図とイオンを用いた化学反応式で表現することを通して、化学変化について理解を深めている生徒が多い一方で、代表的なイオンを覚えていないことで混乱している生徒も一部見られる。

したがって指導にあたっては、電池は電子を作るものと定義して、銅板・鉄板・亜鉛板を電極に用いて電池を作成させ、電池の一極を決定する実験を考案させて一極での化学変化を金属がイオンになるモデルで表現させたい。また、金属の種類を変えることで生じる電圧が異なることを見いだせるようにしたい。具体的には、銅板・鉄板・亜鉛板の組み合わせを変えながら果物電池(ボルタ電池)を作成させて、電池の一極を決定する実験方法を個人で考えさせたい。また、個人で考案させた方法を班で共有させることで、班で行う実験の方法について整理させて、実験に取り組ませたい。種々の果物電池(ボルタ電池)で得られた実験データから一極での化学変化を金属がイオンになるモデル図やイオン・電子を用いた化学反応式で表現させたい。また、種々の果物電池(ボルタ電池)で得られる電圧を比較させることで、生じる電圧が最も大きくなる組み合わせを見いださせるとともに、イオン化傾向と関連付けて考察させたい。電池の歴史に触れながら、これまでの学習で得られた科学的知識を活用させて実験方法を考案させて、その結果を分析させる思考過程を取り入れることで、電池に対する理解を深めることができるようにしたい。

## 指導目標

1. 電池について、電池の歴史や日常生活・社会と関連付けながら主体的に学び理解できるとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けられるようにする。

2. 電池の各電極での反応について、実験から得られた結果をモデル図やイオンを用いた化学反応式で表現することで、その反応を説明できるようにする。

**指導計画**

1. 電池のしくみ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 4時間  
 (本時はその2時間目)
2. 日常生活と電池・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 2時間

**本時の目標**

- ・ 2種類の金属を用いた電池の一極を決定する実験を考案することができる。
- ・ 金属の種類を変えることで、生じる電圧が最も大きくなる組み合わせを見つけることができる。

**学習の展開**

学習活動と内容	指導上の留意点 (◆評価)
1. 導入 (5分) <input type="checkbox"/> 電池の歴史について振り返るとともに、前時で提示した電池の定義について確認する。	<input type="checkbox"/> 備長炭電池に触れることで、電子をつくる電極が一極であることを確認させる。
<b>【課題】</b> 2種類の金属を用いた電池の一極を決定しよう	
2. 展開 (38分) <input type="checkbox"/> 個人で実験方法を考える。  <input type="checkbox"/> 班で共有して実施する実験方法を確認する。  <input type="checkbox"/> 班で意見を交流し、実験方法を確認する。  <input type="checkbox"/> 考案した実験を行う。  <input type="checkbox"/> 結果をもとに個人で一極での反応を整理する。	<input type="checkbox"/> 前時の実験方法を想起させて、必要な道具や簡単な実験のイメージ図をノートに描かせる。  <input type="checkbox"/> 話し合いを通して、実験方法を整理させる。 <input type="checkbox"/> 机間巡視しながら安全に実験が進められる計画か確認する。 <b>◆ 2種類の金属を用いた電池の一極を決定する実験を考案できるか。【知識・技能】</b>  <input type="checkbox"/> 机間巡視しながら安全に進められているか確認する。 <input type="checkbox"/> 電子オルゴールも適宜使用させる。 <b>◆ 金属の種類を変えることで、生じる電圧が最も大きくなる組み合わせを見つけることができるか。【主体的に取り組む態度】</b>  <input type="checkbox"/> 一極での反応をモデル図やイオン・電子を用いた化学反応式を用いて表現させる。

<p>□個人で表現した一極での反応を班で共有する。</p> <p>□+極でどのような反応が進みそうか考える。</p> <p>3. まとめ (7分)</p> <p>□一極になりやすい金属の順番を考える。</p>	<p>○個人で表現した一極での反応をお互いに説明させる。</p> <p>○オレンジジュースの中に含まれる水素イオンに着目させて、+極での反応を考えさせる。</p> <p>○一極になりやすい金属の順番からイオン化傾向と関係があることに気づかせる。</p>
--	--

### 本時における教科等本来の魅力とその魅力に迫るための手立て

教師の資質・能力【授業構想力】【授業実践力】	
場 面	<ul style="list-style-type: none"> <li>・異なる金属2種類と電解質があれば電池を作れることに気づく</li> <li>・安全に取り組み、結果のわかりやすい実験教材</li> <li>・実験方法を考案する場面</li> </ul>
手 立 て	<p>○導入で電池の歴史について触れる。</p> <p>○果物電池の作成に工夫を加えることで、安全に実験に取り組みるとともに、使用する金属を精選することで、物質の状態によらずすべての班で同様の結果が得られるように工夫する。</p> <p>○前時までに、金属がイオン化したり金属イオンが金属になったりする化学変化をモデル図やイオン・電子を用いた化学反応式で表現させてきた。そのことを想起させる声掛けやモデル図を描きやすくなるように工夫する。</p>

### 本時における評価規準

評価規準	パフォーマンス事例
2種類の金属を用いた電池の一極を決定する実験を考案できる。	電圧計、検流計および電子オルゴール等のいずれかを用いて、電池の一極を決定する実験方法をノートにまとめている。
金属の種類を変えることで、生じる電圧が最も大きくなる組み合わせを見つけることができる	すべての組み合わせで実験をしようとしている。

### 電池の歴史

- ・1780年 ガルバーニ電池 (カエルの足の神経)
- ・1800年 ボルタ電池 (一極: 亜鉛 (Zn), +極: 銅 (Cu), 電解質: 硫酸 (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> aq))
- ・1836年 ダニエル電池 (一極: 亜鉛 (Zn), 一極電解質: 硫酸亜鉛 (ZnSO<sub>4</sub> aq),  
+極: 銅 (Cu), +極電解質: 硫酸銅 (CuSO<sub>4</sub> aq), 電解質の間: 素焼き板)

本時前後の板書

単元 1 時間目

6/6 備長炭電池の+極, -極

電池... 電子を作るもの(生み出すもの)

金属が陽イオンになることで電子が生まれる

備長炭電池

アに箔  
キチンペーパー(NaClaq)  
備長炭

\* アに箔が-極?

。十極, -極を決定できる実験器具

電圧計... 正しく接続すると正に振れる  
逆に接続すると負に振れる

電子ホーロー... 正しく接続すると鳴る  
逆に接続すると鳴らない

-極の反応:  $Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^{-}$   
電子を出すので-極

1年  
2年  
3年

単元 2 時間目 (本時)

6/3 2種類の金属を用いた電池の-極を決定しよう

<実験> 脱脂綿(オレンジジュース)

① Cu-Zn -極: Zn  
-極の反応:  $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^{-}$

② Fe-Zn -極: Zn  
-極の反応:  $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^{-}$

③ Fe-Cu -極: Fe  
-極の反応:  $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^{-}$

\* -極にはいろいろな順  $Zn > Fe > Cu$   
イオン化傾向と同じ順番

1年  
2年  
3年

単元 3 時間目

6/4 2種類の金属を用いた電池

Cu-Zn: 0.6~1.0V }  $Zn > Fe > Cu$   
Cu-Fe: 0.3~0.5V }  
Fe-Zn: 0.3~0.5V }

\* 選ぶ金属によって電圧は決まっている

+極の反応 ← 電子受け取る反応(陽イオンが受け取る)  
オレンジジュース中の  $H^{+}$  が受け取る  
 $2H^{+} + 2e^{-} \rightarrow H_2$   
⇒ 水素が発生すると電子の受け取りができなくなる!

<ダニエル電池>  
電極: 銅板と亜鉛板  
硫酸銅水溶液を用いる  
⇒  $Cu^{2+}$  が電子を受け取ります

\* 2種類の電解質を比べよう工夫

一極:  $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^{-}$   
+極:  $Cu^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Cu$

長持ちさせる工夫  
 $ZnSO_4(aq)$  薄く,  $CuSO_4(aq)$  濃く

1年  
2年  
3年

## 単元4 時間目

6/14 電池のまとめ  
物質が持っているエネルギー: 化学エネルギー  
⇒ 電池は、化学エネルギーから電気エネルギーに変換する装置  
<電池のモデル図>  
① 一極の決定 (電子を作る)  
⇒ 金属が陽イオンになって電子ができる  
② 十極での反応  
⇒ 水溶液中の陽イオンが電子をもらって単体になる

素焼き板 (セロハン) の役割  
イオンが通じるくらい小さい穴がある  
1. 水溶液がすぐに混合するのを防ぐ  
2.  $Zn^{2+}$  や  $SO_4^{2-}$  が移動することで電気的なかたまりを防ぐ

日常生活と電池  
・充電できない一次電池  
例) アルカリマンガン乾電池, リチウム電池, 空気亜鉛電池  
・充電できる二次電池  
例) 鉛蓄電池, リチウムイオン電池, ニッケル水素電池

1年  
2年

※指導計画では6時間の予定だったが、定期テスト直前ということもあり、4時間で終了した。

### 授業構想の視点

現行の学習指導要領解説では、実用的な電池の例としてダニエル電池を扱うことになっている。ダニエル電池は、それぞれの電極での反応がわかりやすく、電池の電極における変化についてイオンのモデルを用いて表現させることを通して、電極で生じた電子が回路に電流として流れることを理解させるのに適していると考えられる。一方で、化学電池に関する歴史をたどると、ダニエル電池以前にガルバーニ電池やボルダ電池が存在する。これらの電池は、異なる2種類の金属板と電解質でできている。今回の授業では、この科学史を追体験させながら、一極の反応を考えさせるとともに、使用する金属によって起電力が変化することを見いださせて、金属のイオンへのなりやすさとつなげて理解できるように展開している。また、電池を「電子をつくるもの」と定義して、備長炭電池の実験を導入することでアルミニウムがイオンになるときに電子を生じることに気づかせて、異なる2種類の金属板での電池へ発展させている。このとき、電子の流れを確かめる実験器具として、電流計や電圧計、検流計および電子オルゴール等を用いることができることに気づかせて授業を展開している。

実験の素材には、金属板として銅、鉄および亜鉛を準備して、3種類の電池ができることに気づかせる。また、果物電池を応用して、電解質にはオレンジジュースを脱脂綿に湿らせて作った簡易の果物を準備する。脱脂綿を用いることで、電極と電解質が触れる面積を容易に変えることができるため、電極と電解質が触れる面積によって電流値が変化することにも気づける実験器具としても使用できると思われる。

### 授業の分析

これまでの研究で、「学びを豊かにする授業」には、学習内容（主発問）が児童・生徒にとって学ぶ必然性があるリアルな文脈の問いになっていることが大切であること、また、習得した知識・技能を活用させるためには、内化と外化の往還を行い、最後に内化を行わせる指導方法は有効であることが見いだされた。コロナ禍によって、討論や生徒どうしの話し合いという外化の活動に制限があったが、感染症対策を講じながら少しずつ従来の授業形態に戻すことができている。今回は、2種類の金属を用いて作成した電池の一極を決定する実験方法と一極での反応について、内化と外化の往還を行い、最後に内化を行わせて、電池の一極での反応についてモデル図を用いながら説明できるように授業を展開した。授



業について、生徒の授業での様子や最後の内化の生徒の記述から検証する。

本時までには、金属のイオンへのなりやすさを通して、反応のモデル図や金属表面での反応について電子を用いた化学反応式で表してきた。また、電池の学習の1時間目では、備長炭電池を扱い、アルミニウムがイオンになることで電子が生じることを予想させて、そのことを確かめる実験を考えさせて取り組ませるとともに、一極での反応をモデル図と電子を用いた化学反応式で表現させた。

図1に、生徒がまとめた記述の例を示す。前時の内容を参考に、電子オルゴールを用いて一極を決定する実験方法をまとめることができていた。また、前時では電圧計を使用したことから、電圧計を用いて図に表す生徒も見られた。実験では、銅、鉄および亜鉛のうち2種類を電極として選び、それぞれを電圧計の+または-の端子に接続することで、電位差を測定できていた。銅を電圧計の-の端子に接続した場合の電圧計の値がきちんと測定できていない班も見られたが、電圧計をデジタルのテスターに変えることで、より値を読み取りやすくなると考えられる。これらの実験結果をもとに、それぞれの電池をモデル図で表し、一極の反応について電子を用いた化学反応式で説明することができていた。

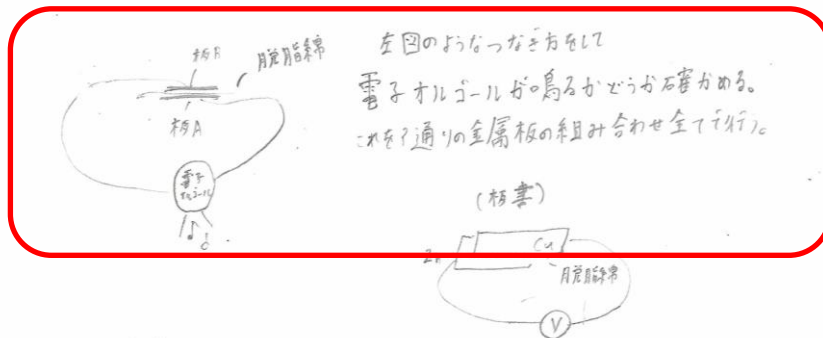
4/ 2種類の金属を用いた電池の一極を決定する

<使うもの> 銅板(Cu) 鉄板(Fe) 亜鉛板(Zn)  
 <一極を決定するもの> 電圧計 電子オルゴール

オキシジェンに似た脱脂綿 ← 電解質のかわり

<実験計画>

生徒の実験方法考案時の内化の記述



電圧計はVに接続する。

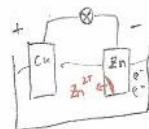
<結果>

+	Cu	Zn	Fe
Cu		-0.6	0
Zn	1.00		0.5
Fe	0.45	-0.5	

\*一極にありは順着

Zn > Fe > Cu U イオン化傾向に同じ順着

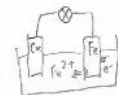
① Cu & Zn -極はZn



-極:  $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

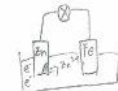
Feはイオンになる  
Fe<sup>2+</sup>になる。

② Cu & Fe -極はFe



-極:  $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$

③ Zn & Fe -極はZn



-極:  $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

図2 生徒の記述

以上のことから、生徒に考えさせたい学習内容につながるように授業展開を工夫して、授業の中で内化と外化の往還を行い、最後に内化を行わせる指導を展開していくことで、学びを豊かにする授業が実践可能であると考えられる。このような授業を構成していけるように、教師側がその単元の中で生徒に想起させたい内容を明確にして学習の展開をよく練り、どのような教材をどのように配置して学習を進めさせたら良いか考えていく必要があると思われる。