

問題解決能力を養う指導例

- 電池の指導を通じて -

郡上北高等学校 白田 尚之

1 はじめに

問題解決能力を養う化学の授業の実践例ということで、身近な教材である「電池」を中心に授業実践を行った。授業を行ったクラスは、受験で化学を選択する生徒がいないクラスで比較的時間に余裕を持って、授業がおこなえるクラスである。

2 指導者の意図

「酸化還元反応」の中の、金属のイオン化傾向と電池を中心に取り上げ、特に、我々にとって身近な物質である電池について、構造や原理について生徒自らが考え、理解できる授業を目指した。また、科学技術がこれからも、よりよいものを目指して進歩するんだという観点から、「21世紀の電池」というテーマで生徒に課題を与え、今の電池の問題点を考えさせ、そこから未来の電池の姿をイメージさせた。

マクロの視点から見れば、地球の環境問題を生徒が考え、日常使用している「もの」についても環境を守るという観点からも考えるようになってほしい。

3 単元案

時限	授業内容	自然の事物・現象の観察	問題の発見	解決への取り組み
1	金属のイオン化傾向	硝酸銀水溶液に銅板を浸すと表面に銀が析出し、溶液が銅()イオンにより青くなる。	なぜ、銀イオンが銀になり析出し、銅が銅()イオンになるのか。	金属がイオンになるとはどういうことか。イオン化傾向について考える。
2	酸化還元反応と電池	なぜ、電気がついたりプロペラが回るのか。	電子を中心に酸化還元反応と電池の関係、及びイオン化傾向と電池の正極と負極の関係を考える。	実験により、イオン化傾向と電池の正極と負極の関係を実験により考える。
3	ボルタ電池	ボルタ電池を用いた演示実験	どんな仕組みで電流が流れるのか。問題点は何か。	分極について考え、理解する。
4	ダニエル電池	ダニエル電池を用いた演示実験	どんなしくみで電流が流れるのか。なぜ、分極しないのか。	気体が発生しないことで、分極しないことの確認。
5	実用電池(マンガン乾電池、蓄電池)	いろいろな実用電池の長所や短所を考える。	実用電池の変遷により、さまざまな実用電池の開発の理由などを考える。	環境への配慮について自分なりの考えを持つ。
6	まとめ(プリント使用)	電池について考えよう! 電池について考えよう!(PART 2) 燃料電池について理解する。	現在の電池の問題点からこれからの電池に求められることは何か。	授業で得た知識を基に自分なりの考えを持つ。

4 授業の展開及び生徒の活動

(1) 金属のイオン化傾向

< 授業の展開 >

硝酸銀水溶液に銅板を浸し、結果について確認する。(演示実験)
知識として「金属にはイオン化傾向」があるということ、また、イオン化傾向には「イオン化列」という順序があることを説明する。

また、金属がイオンになるときは、「電子を放出する」ことを確認する。
演示実験の結果を「イオン化傾向」という知識をもとに生徒に考えさせる。
問題演習をおこなう。(まとめ)

硫酸銅()水溶液に亜鉛板を入れるとどんな変化が起こるか。

酢酸鉛()水溶液に亜鉛を入れるとどんな変化が起こるか。

自分の答えが正しいかどうか、実験で生徒自らが確認をする。

(2) 酸化還元反応と電池

< 授業の展開 >

電池の定義「酸化還元反応が起こると、一般にエネルギーが放出される。このエネルギーを電気エネルギーとして取り出す装置。」

還元剤の出した電子が導線を経て酸化剤へ移るので、電流が流れる。

[発問] 2つの金属から電池をつくるとき、イオン化傾向の大きい方の金属は正極かそれとも負極になるか。ただし、電子は負極から正極へ流れ、電流は正極から負極へ向かって流れる。

電子の流れる方向から、電池はイオン化傾向が大きい方が常に負極になり、イオン化傾向が小さい方が常に正極になる。(まとめ)

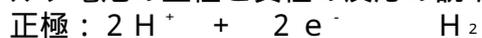
(3) ボルタ電池

< 授業の展開 >

ボルタ電池による演示実験 (プロペラモーター使用。電圧 DC 0.4 ~ 1.5 V
電流 22 ~ 40 mA)

生徒からの質問「発生している気体は何か？」

ボルタ電池の正極と負極の反応の説明。



一定時間過ぎるとプロペラの回るスピードが落ちることから、電池の起電力が弱くなる。この現象を分極ということの説明する。生徒は、確かに電池の起電力が弱くなったことを実感する。また、減極剤 (過酸化水素水) を加えれば、起電力が復活することも演示実験で生徒に確認させる。

19世紀の世界で初めての電池が、こんなにも簡単に作れることに生徒は驚いている。そして、ボルタ電池の欠点に分極を起こすことであり、具体的な方法 (解決策) までは思いつかないが、水素の発生をなくすことで分極は防げることも考えることができるようである。

(4) ダニエル電池

< 授業の展開 >

ダニエル電池による演示実験 (プロペラモーターはボルタ電池と同じものを使用)

ダニエル電池に使用している金属である亜鉛と銅のイオン化傾向の大きさの順序を確認し、既習の知識からダニエル電池の正極と負極でどんな反応が起きているか考えさせる。生徒は、正極がイオン化傾向が小さい銅、負極がイオン化傾向が大きい亜鉛であることは思いつくがイオン反応式をつくることはかなり難しいようである。

発問「なぜ、ダニエル電池では分極が起こらないのか」

ダニエル電池の正極の反応と負極の反応を板書し、両極とも気体 (水素) が発生していないことを確認する。ほとんどの生徒は、水素が発生しないからとオチを得た答えを思いつくようである。このことから、ボルタ電池の欠点「分極」であり、その改良したものがダニエル電池でいろいろな試行錯誤により、よりよい電池がつくられ

できたことを生徒に知らせ、今、使っている電池が最良のものではないかも知れないことを伝える。

(5) 実用電池（マンガン乾電池、蓄電池）

< 授業の展開 >

生徒が比較的良好に知っているマンガン乾電池について説明する。生徒は乾電池とまでは答えてもマンガン乾電池やアルカリ乾電池と答える生徒は半分程度である。中には単三や単二を電池の大きさだと知らない生徒もいる。

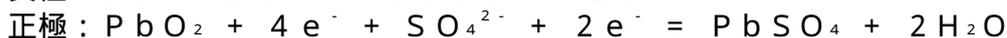
マンガン乾電池の断面図を見せ質問する。

- ・ 正極、負極は何か。
- ・ 電解液は何か。また、減極剤は何か。

負極については、ボルタ電池と同じもので亜鉛と答える生徒が多いが、その他の質問の答えはなかなか返ってこない。教師側から答えを教える。構造が複雑なため、ボルタ電池と同じで亜鉛が負極となり、イオンが変わるときに電子を出してそれが電流になっている。基本的な原理は今使っている電池でも、変わらないことを説明する。

次に、車に使ってある電池は何かと聞くと、名前は余り知らないが何人かの生徒が鉛蓄電池（バッテリー）と答える。古いものを教室に持ってゆき生徒に見せる。初めて見る生徒がほとんどであるが、興味があるらしく熱心に見ている生徒が多い。

鉛蓄電池の構造を説明し、電解液に希硫酸が使っていることを教える。



また、上記の式を参考に放電したときに硫酸の量（密度）は増えると思うか減ると思うかと聞くと、なかなか考えがまとまらない生徒が多い。将来、車を運転してバッテリーが弱くなってきたら硫酸（バッテリー液）を補充すればいいことを生徒に教える。

そして、鉛蓄電池の特徴として充電すればある程度は繰り返し使うことができる二次電池であることを説明する。生徒に、他の電池で、充電できる電池を知っているかと聞くと、携帯電話を持っている生徒が多いせいか、名前は知らなくても携帯電話に使ってある電池と答える生徒が多い。

宿題として、「自分が今使っている電気製品の中でどんな電池を使っているか調べてきなさい。できれば、実物を持ってくるように」と生徒に伝える。

(6) まとめ

プリントを使用し、これまで学習した「電池」の授業のまとめを行う。

化学プリント

電池について考えよう！（PART 1）

電池はなぜ、電流が流れるの？

[生徒の解答例]

- ・ 電流は電子の流れ、金属がイオンになるときに電子を出すから。

どんな電池を使っている？

[生徒の解答例]

- ・ 乾電池、アルカリ乾電池、太陽電池、リチウム電池、ボタン電池

世界で初めて作られた電池は？また、その構造は？

[生徒の解答例]

- ・ ボルタ電池

正極：銅板、負極：亜鉛板、電解液：硫酸

車に使ってある電池は？また、その構造は？

[生徒の解答例]

- ・バッテリー（鉛蓄電池）
正極：酸化鉛、負極：鉛、電解液：硫酸

電池についてわかったことを書こう！

[生徒の感想例]

- ・電池はけっこう多くの種類があることが分かった。
- ・電池には電解液があることを初めて知った。
- ・自分が使っている電池のことが少し分かった。

化学プリント

電池について考えよう！（PART 2）

正極、負極って何？

[生徒の解答例]

- ・負極：電子をつくる場所
正極：電子を受け取る場所

自分の知っている電池の正極と負極を調べよう？

[生徒の解答例]

- ・マンガン乾電池：酸化マンガン（ ）（正極）
亜鉛（負極）
塩化亜鉛水溶液（電解液）
- ・アルカリ乾電池：酸化マンガン（ ）（正極）
亜鉛（負極）
水酸化カリウム水溶液（電解液）
- ・リチウム電池：酸化マンガン（ ）（正極）
リチウム（負極）
フッ素の化合物（電解液）

21世紀の電池は？

[生徒の解答例]

- ・環境に優しい電池がいい。
- ・長持ちする電池。
- ・充電しなくてもいい電池。
- ・小さい電池。

燃料電池ってどんな電池？

[生徒の解答例]

- ・車に使ってある。ガソリンや軽油を使わないため、二酸化炭素をほとんど発生しない。
- ・酸素と水素を使う。電気分解の逆の反応が起こる。
- ・電解液にはリン酸水溶液や水酸化カリウム水溶液が使っている。

自分が考える未来の電池は？

[生徒の解答例]

- ・長い時間使える電池。
- ・環境に優しい電池（二酸化炭素を出さない）

授業の感想

- ・電池について詳しく分かった。
- ・電池の種類によって正極、負極、電解液が違うことも分かった。
- ・21世紀には、今の電池よりもいい電池ができるので楽しみです。

「電池について考えよう PART 1」と「電池について考えよう PART 2」の2枚のプリントを使って電池についてのまとめをおこなった。普段の授業では、自分たちの生活や自分たちの興味や関心とは別の話が多いようで、「電池」のように自分たちと近いテーマの授業にはほとんどの生徒が関心を示してくれた。

電池の原理や実用電池への流れの中で、ボルタ電池の改良型がダニエル電池であり、この場合は分極を起こしやすいという欠点をなくするための改良が行われた。現在のいわゆる乾電池や鉛蓄電池などの実用電池も今が最良のものではなく、これからの科学技術の進歩によりさらに良い電池が誕生する。直接、生徒が電池や様々な科学技術の最先端の現場で開発に携わるわけではないが、「課題や問題点」を見付けてそれをなくしていく作業はどんな仕事においても共通することだと思う。

今回のプリントの中で、車に使用してある鉛蓄電池（バッテリー）を例に取り地球の温暖化を防ぐために「二酸化炭素を出す」ことを課題（欠点）として未来の電池について生徒に考えさせた。現在、実用化されつつある電池も含めて、二酸化炭素やその他の汚染物質を出さないこと、すなわち「地球に優しい」ことがこれらの21世紀の電池の最も大切なコンセプトであることには、生徒は気がついたようである。また、「携帯電話に使用してある電池は何か」とか、電池について興味を持った生徒が質問をしてきたりこれまでの授業ではあまりなかった現象が起きた。このことから、「生徒にとって身近な教材」を準備し、「生徒自らが考える課題」を与えれば能動的に生徒は動くと思う。

そして、最後に「二酸化炭素を出す」という問題を解決する未来の電池ということで燃料電池について取り上げた。

燃料電池についての生徒への説明

私たちの生活において必要不可欠な存在である電力。この電力を得るために、様々な方法で発電が行われている。しかし、この発電方法は、大量な燃料を消費したり、原子力を利用しては決して無公害とはいえない。そのため、現在無公害な発電方式に注目が集まっている。その発電方式に太陽電池と並んで「燃料電池」がある。

燃料電池は、水素やアルコールなどの燃料を用いて、絶え間なく電気エネルギーを得ることが可能で、生成物も水など無公害な物質である。すでに、実用化が始まっており、将来この分野の注目はますます高くなると思われる。

説明の後、PEM燃料電池（高分子電解質膜を使用しているタイプの燃料電池。高分子電解質膜燃料電池とは、電解質としてプロトン伝導性高分子膜を使用している）を使って演示実験を行った。比較的使いやすく、値段も手頃な燃料電池だと思う。生徒の反応も、ロケットにも積んであるとか、いろいろな知識はあるが実物は見たことがない生徒が多く、燃料電池興味を持

	リン酸型 (PAFC)	希酸膜電極型 (DMFC)	固体電解質型 (SOFC)	固体高分子型 (PEFC)
電解質	リン酸水溶液	リチウム・ナトリウム系電解質 リチウム・カルシウム系電解質	ジルコニア系 セラミックス	高分子膜
作動温度	200℃	60℃～100℃	800℃～1000℃	70℃～90℃
燃料	天然ガス(改質) メタノール(改質)	天然ガス 石炭ガス化ガス	天然ガス 石炭ガス化ガス	水素 メタノール(改質) 天然ガス(改質)
発電効率 (D/G)	30%～40%程度	45%～60%	45%～65%	改質ガスを用いた場合、30%～40%
特徴	ほぼ商用段階	高発電効率 内部改質が可能	高発電効率 内部改質が可能	低温で作動 高エネルギー密度 移動用動力源及び小容量電源に適する。

燃料電池の種類と特徴

ったようである。

《燃料電池のメリット》

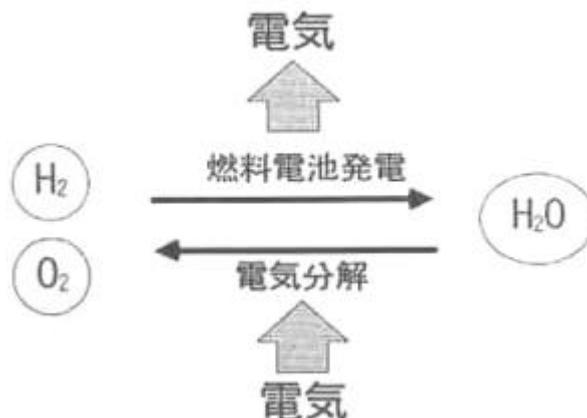
燃料電池は、直接化学エネルギーを燃焼過程を通らず電気エネルギーに変換している。

この際の損出は、燃料電池の各種分極による発電ロスなどで大体40%～60%くらいとなる。エネルギーの約半分を電気エネルギーに変換できる点から非常に高効率な発電である。その他の発電は20%程度のもが多い。

燃料電池の主な燃料としては、陽極は、酸素や空気、陰極は水素やメタノール、炭化水素などを利用している。陽極の酸素や空気は、大気が存在する限り無限にあるといえる。また、酸素も空気に20%含まれている。

振動、騒音が少なく、NO_xや煤塵の排出がほとんどないため非常に環境によい。

必要な設備が少ないため、小型化ができる。また、大きさによって数キロワットから数千キロワットまで出力が出せるため、非常に汎用的で使いやすい電源として期待できる。



燃料電池の基本概念

5 考察

生徒にとって比較的身近に感じている「電池」を中心とした単元で、問題解決能力を高めるための指導を行った。生徒の感想を読んでも、「いつもの授業より関心があった」とか、「分かりやすかった」というものが多かった。自分の興味・関心があることを自分の頭で考えれば生徒は授業に乗ってくるような気がする。今回の実践では、電池の原理からどのような電池が発明され、どんな欠点を持ち、どんな改良がなされたか。そして、現在使われている乾電池やボタン電池、鉛蓄電池など生徒自身が使っている電池についての理解。また、その実用電池の改良すべき点まで、できるだけヒントを与えながら生徒自らに考えさせた。生徒の取り組みとしては、自分の持っている知識を使い、「未来の電池」に思いを巡らせていたようである。電池という物質に興味により深まったことも事実なようである。

6 おわりに(まとめ)

「生きる力を培う理科指導の在り方」という研究主題で授業実践を行った。生きる力の欠如した生徒が昨今少なからずいることは、社会の事件などを見ても事実だと思う。自分の生きる力が持てず、他人の生きる力を奪っているような事件が起きている。その一つの原因として、自分と社会(日常生活)との関係が希薄になっていると思う。学校の授業に限定すれば、学ぶことが自分とは関係のない世界になりつつあるような気がする。そこで、今回の実践は、生徒自身がパソコンや携帯電話などで使っている「電池」を中心に、電池の原理や改良すべき点やこれからの電池について考えさせることで、自分の頭で考え、問題解決能力を育成することをねらった授業実践を行った。ある面では、成果はあったと思う。しかし、短い時間のなかで十分な実践ができなかったと反省をしている。

これからも、この授業実践で得たことを活かして、「生徒の力」になるような理科の授業を行いたいと思う。