

簡単に行える生徒実験を通して探究する力・思考力を養う実践

多治見北高等学校 松下 晃史

1 研究のねらい

探究の過程である仮説・予想について、生徒自ら実験手順を考えることで探究する力・思考する力を育むことを狙いとした。また電気分解において、興味・関心を引き出すためにも、簡単に反応が目に見える実験を取り入れたものを考案した。

2 実践した内容

○授業の流れ

今回未知の4種類の水溶液を電気分解の実験を通して決定するというテーマで行った。授業の流れに関しては次の①～⑥のようにした。

- ①水溶液の電気分解における各電極での反応を学ぶ。（知識の習得）
- ②実験の流れの説明。
- ③習得した知識を基に、各水溶液の電気分解の反応式を書く（個人活動）。
- ④グループで反応式の確認と実験手順の話し合い。（グループ活動）
- ⑤実際に実験を行い、協働しながら各水溶液を当てる。
- ⑥代表者の発表。

また用いる4種類の水溶液はヨウ化カリウム水溶液、希硫酸、硝酸銀水溶液、硫酸ナトリウム水溶液とし、各グループに試験管に入れ渡す。使用する道具は、乾電池、シャープペンの芯、ビーカー、フェノールフタレイン、ワニロクリップである。（右写真）
タブレットによる撮影機能、付箋は自由に用いてよいこととした。



○授業展開

まず授業プリントに沿い、水溶液中の電気分解の基本を説明した後、各自に練習問題を解かせた（図1）。その後、実験・予備考察から実験結果の記入・考察について説明をし、各自に予備考察として、各水溶液の電気分解における陽極、陰極の反応式を書くこと、どのように本日用いる実験道具から水溶液を当てるかを考えさせた（図2、3）。その後グループ毎に話し合い、準備ができたところから実験に入るように指示をした。またタブレットの撮影機能、付箋は自由に用いてよいとした。

練習 左の図の電気分解の装置において、陽極、陰極それぞれで起こる反応をeを用いて書け。

①

陽極 $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$

陰極 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$

②

陽極 $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$

陰極 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$

図1 練習問題

本時の課題 電気分解の法則から未知の試料4つを決定せよ。

見た目ではわからないA～Dの水溶液がある。A～Dはそれぞれ希硫酸（ $\text{H}_2\text{SO}_4\text{aq}$ ）、ヨウ化カリウム（ KI ）水溶液、硝酸銀（ AgNO_3 ）水溶液、硫酸ナトリウム（ Na_2SO_4 ）水溶液のいずれかである。実験を通して当ててみよう！（電極には標準電極を用いるため、電極の溶解は考えなくてよい）

準備 ビーカー、導線、電池、シャープペンの芯（炭素電極）、フェノールフタレイン（用いるか用いないかは各グループの判断）。

A～Dの各種水溶液（ グレー：A 赤：B 黄：C 青：D ）試験管に付箋を貼っておくとい。

実験から考察までの流れ

- ① 予備考察 各自で水溶液中における電気分解の基本事項をもとに各水溶液の陽極、陰極で起こる反応をまとめ、予想を書く（5分）。
- ② 予備考察をもとにグループで反応の確認、またどうすれば判別できるか話し合う。
- ③ 電気分解を行う。ただし、同じ実験を何度も行う可能性があるため試験管から電気分解用のビーカーに少量とり、水で薄めてから行う。終了したら水道水でビーカーを洗い、次の実験を行う。必要な実験データがそろったら考察に入る（代表はタブレットのwordで考察を記入）。(②、③で15分)

図2 実験の説明

予備考察		
今回電気分解をする各種水溶液の陽極、陰極の反応式をeを用いて完成させよ。		
希硫酸（ $\text{H}_2\text{SO}_4\text{aq}$ ）	陽極	$2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$
	陰極	$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$
ヨウ化カリウム（ KI ）水溶液	陽極	$2\text{I}^- \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{e}^-$
	陰極	$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
硝酸銀（ AgNO_3 ）水溶液	陽極	$2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$
	陰極	$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$
硫酸ナトリウム（ Na_2SO_4 ）水溶液	陽極	$2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$
	陰極	$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$

・予想を書こう（ ～なったらーだ。のように ）

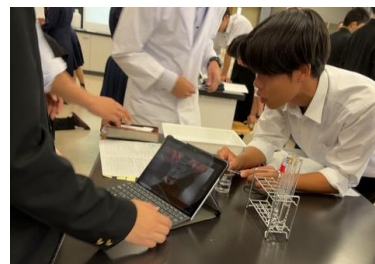
図3 予備考察

3 成果（実践中および実践後の生徒の変容）

○生徒の様子

予備考察においては生徒間でかなり差があった。ほとんど反応式や予想を書くことができていない生徒から、自らの考えを今までの学習とつなげて書くことができる生徒まで幅広かった。

今回の課題は4種類の水溶液を、実験を通し当てていくゲーム形式のものである。その中で実験の途中、どうやってこれとこれを見極めたらいいのかというグループ内での交流が多く生まれた。何度か同じ実験を繰り返す中で、予想することが難しかった生徒も考察欄に記述をしたり、考えをまとめていく姿があったりした。またフェノールフタレインを用いてみて陰極側が赤くなることや変化がないものがあると、活発な意見交換がされた。特に希硫酸と硫酸ナトリウム水溶液の電気分解の比較においては、なぜ実験結果となったのかを議論する姿が見られ大いに盛り上がった。（授業の様子 下写真）



○結果と考察について

結果の記入欄、結果を踏まえての考察の記入欄を授業プリントにつけておき、各々に自由にまとめさせた。また結果と考察の記入だけの word 資料を manaba に掲載し、各グループでまとめさせ、代表者に提出させた。後日提出されたレポートから発表者を選び、クラス内で発表の機会を設けた。評価に関しては授業プリントの結果・考察の記入をもって主体的に取り組む態度の評価とした。図4は実際の生徒の記入例である。

結果の記入（電気分解は電極を水溶液に入れた瞬間に起こるので、タブレットを用いて動画を撮り、見返してもよい。）



○課題に対しての正答率について

授業後に集めた授業プリントから、本時の課題に設定した4つの溶液に関して、すべてのグループが正解にたどり着く結果となった。

結果を踏まえての考察

A は 硝酸銀 水溶液 理由は 陰極側に銀らしき物質の発生 ほかの溶液で、陰極側で色の確認できるものが発生するものはないと考えられる	B は 希硫酸 水溶液 理由は 消去法 フェノールフタレイン溶液に反応がなかったことから 希硫酸 または 硝酸銀水溶液 と考えられるが、硝酸銀水溶液なら両極から気体が発生しているのはおかしい
C は ヨウ化カリウム 水溶液 理由は 陽極側から褐色の物質（ヨウ素）が発生した また、フェノールフタレイン溶液が反応したことから、水酸化物イオンが発生していると考えられる	D は 硫酸ナトリウム 水溶液 理由は 消去法 両極から無色の気体が発生していたことから 希硫酸 または 硫酸ナトリウム水溶液 と考えられるがフェノールフタレイン溶液と反応したことから水酸化物イオンが発生する硫酸ナトリウム水溶液と考えられる。また、硫酸ナトリウム水溶液では陽極から水素イオンが発生しているため、フェノールフタレイン溶液の赤色がしばらくすると薄くなっていくことも説明がつく。



発表風景

図4 結果と考察の記入例

○授業の主な感想

- ・本当に電気分解によりヨウ化カリウム水溶液からヨウ素の発生が見られ面白かった。
- ・フェノールフタレインによる色の変化から水酸化物イオンの濃度が大きくなる場所が見られて、反応式を実感できた。
- ・簡単な実験だったけれど、色の変化や、気体の発生、金属の析出が見られて電気分解のイメージができるようになった。
- ・ヨウ化カリウム水溶液は電気分解していくと溶液のpHが大きくなりますよね？
硫酸ナトリウム水溶液は電気分解しても溶液のpHは変化しないですよね？
- ・実験すると反応式が頭にすっと入ってきます。
- ・はじめは難しく感じたけれど、実験を通して水溶液の電気分解のルールがわかった。
- ・硫酸ナトリウム水溶液にフェノールフタレインを加え電気分解を行ったとき、陰極がすぐに赤くなったが、しばらくすると無色になるのが面白かった。（多数）
- ・酸素と水素が1：2で発生しているか観察したら、陰極側の水素と思われる気体のほうが気泡が大きく出ているのを見ることができて面白かった。
- ・フェノールフタレインだけでなくBTBを用いて実験を行ってみたい。

4 研究のまとめ

<課題>

知識の導入と活用の両方を行うには1回の授業（本校は65分授業）の活動量としてはボリュームが多かった、本時のような実験を通して考えをまとめていく課題に関しては単元の最後にもってくるか、基本知識の導入をある程度行った後が望ましいと思える。課題設定に関しては、今回設定した4つの溶液を全グループが正解にたどりついたことから、難易度として見直す必要があると考える。また目的である思考力を養うという部分で、実験に用いる薬品のフェノールフタレインの使用に関して限定的になっており（すぐに使えばいいということがわかる実験設定になっている）、4つの溶液以外の試薬においては、いくつかの選択肢を設けておく方がより面白くなったのではないかと感じた。

<研究を通しての感想>

実際に実験を行うことで授業の感想欄にpHが大きくなることやpHに変化がないことに気付いた生徒が多く、フェノールフタレインの利用はとても効果的だった。やはり実際にやってみるに勝るものはないと改めて思う。またあまりなじみのない電気分解を利用し、未知の水溶液を当てるという設定は生徒にやる気を出させるのに効果的であると同時に、実験をやってみて、変化を目の当たりにすることで生徒の興味関心を引き出し、電気分解という単元について学ぶ意欲を高めることができた実感した。

特に今回の研究を通して、生徒が実際に実験をやってみて確かめたり、気付いたりすることが理科において重要だと気付かされ、今後の授業においても簡単にできる生徒実験があれば積極的に取り入れていこうと思う。

5 実践した授業の単元計画と学習指導案

岐阜県立多治見北高等学校

教 科	理科	科 目	化学	指 導 者	松下 晃史
指 導 ク ラ ス	省略				
教 材 観	電気分解における水溶液の電気分解を取り扱う。ただし、陽極・陰極についての確認や、水の電気分解について中学校で学んだ部分の確認を授業の導入部分で行う。				
ク ラ ス 観	省略				
指 導 観	電気分解をより身近に感じることができるよう、実際に電気分解を行ったり、電気分解で製造されている物質について発問したりすることにより、興味・関心を引き出したい。				
実 践 日 時	令和6年11月4日（月） 2限			使 用 教 室	化学実験室
教 科 書	化学（数研出版）			使 用 教 材	資料集（浜島書店）

単 元 名	電気分解				
単 元 の 目 標	(1) 水溶液中の電気分解・熔融塩電解について、基本となる原理・法則を理解し、陽極・陰極における化学反応式を電子 e^- を用いた式で表すことができる。 (2) ファラデーの法則を利用し、電気量と電気分解において流れた電子の物質質量と生成物の物質質量をとらえることができる。 (3) 様々な金属元素の特徴をとらえ、イオン交換膜法、銅の電解精錬、熔融塩電解におけるアルミニウムなどのイオン化傾向の大きな金属の単体製造についてとらえることができる。				
単 元 の 評 価 規 準	知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度		
	水溶液中の電気分解・熔融塩電解について、基本的な原理・法則を理解しているとともに、銅の電解精錬にはじまる工業の分野に結びつけることができる。	電気分解における反応式、ファラデーの法則から量的関係について表現できる。また、電気的な中性を基にイオンの流れを思考・判断し表現することができる。	電気分解に主体的に関わり、見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとしている。		
単 元 の 指 導 と 評 価 の 計 画	時	ねらい・生徒の学習活動	重点	記録	評価規準・評価方法
	1	○水溶液の電気分解（本時） 水溶液中の電気分解の基本知識を学ぶとともに、得た知識を活用し、実験から未知の水溶液の同定を行う。	態	○	評価規準：主体的に取り組む態度 提出された授業プリントで評価 「記述分析」 【評価方法】 考察の記入をもって評価 【ICT器機の活用】 水溶液中の電気分解の解説についてスライドを用いる。 生徒実験においてタブレットの撮影機能を用いる。
	2	○ファラデーの法則 ファラデーの法則を知り、水溶液中の電気分解の反応式から、電気量から流れた電子と生成物の物質質量の関係について学習する。	知	○	・前回学んだ反応式を書き、そこから電子と、関係する物質の物質質量比を求めることができるか。[記述分析]
	3	○電気分解の利用① イオン交換膜法、熔融塩電解について知り、イオン化傾向の大きな金属の単体の製造について学習する	知		・イオン交換膜法における水酸化ナトリウムの製造において、このような方法をとるメリットについて記述ができているか。[記述分析] ・アルミニウムの製造についてなぜ熔融塩電解を用いるのかを説明ができているか、また化学反応式の量的関係から、生成したアルミニウムや発生する一酸化炭素と二酸化炭素の比を求めることができるか。 [記述分析] 【ICT器機の活用】 授業の導入において、身近な製品や金属について、電気分解を利用してつくられているものを当てるクイズ形式のスライドを準備する。
	4	○電気分解の利用② ・前回学んだイオン交換膜法について、複数のイオン交換膜にじきられた塩化ナトリウム水溶液の電気分解における、ナトリウムイオンと塩化物イオンの移動について考える。	思	○	・複数の陽イオン交換膜、陰イオン交換膜にじきられた塩化ナトリウム水溶液の電気分解において、ナトリウムイオン、塩化物イオンの移動を図に表現できるか。

	銅の電解精錬において学び、陽極泥として沈殿する金属、溶液中に溶けだす金属を判別するとともに、反応式から量的関係を導く。		銅の電解精錬において質量の関係、流れた電子の物質質量から、使われた粗銅中の銅の質量パーセントを求めることができるか。[記述分析]
	【ICT 器機の活用】 授業プリントの基本事項や問題は、毎授業 pdf ファイル化し manaba に掲載している。必要に応じて、プリントの図をホワイトボードに投影し焦点化をする。		

本時の主題	学習の振り返り		本時の位置	1 / 4 時間目
本時の目標	・水溶液中の電気分解の法則を知り、陽極・陰極における反応式を書くことができる。 ・電気分解の実験により、未知の水溶液の同定にチャレンジする。			
評価の観点	【主体的に学習に取り組む態度】 水溶液中の電気分解の実験において未知資料の同定を、その同定にいたる経緯について得られた結果から、学んだ知識をもとに化学的に考察で表現している。 本時では、「課題を解決する過程で、直面した問題を試行錯誤しながら粘り強く解決しようとする」点について評価する。			
本 時 の 展 開				
学習場面	生 徒 の 学 習 活 動	学習活動における具体の評価規準	評 価 方 法	
導入	・授業目標を確認する。			
	目標 ① 水溶液中の電気分解の法則を知り、陽極・陰極の反応式を書くことができる。 ② 電気分解を利用し、未知の水溶液の同定にチャレンジする。			
展開 ①－1	・教科書、図表、授業プリントに沿って、水溶液の電気分解の基本知識を学ぶ。			
展開 ①－2	・練習問題を解く。 ・問題の解答の確認と説明を聴く。			
展開 ②－1	・課題実験の説明を聴く 実験操作の演示を見る。			
展開 ②－2 (5分)	・実験に用いる4種類の水溶液の電気分解における陽極・陰極での反応式を個人で考え書く。 ・どのように実験をしたらよいかを個人で考える。			
展開 ②－3 (15分)	・グループで反応式の確認・実験の手順を確認したら、実験を行う。 ・結果の記入と考察を行う。 ・時間になったら片付けを行う。 ・片付けが終わったグループから、	【主体的に取り組む態度】 授業プリントの考察の記入により評価（A～C 評価）。 （フェノールフタレインの利用、その変化から何がわかるかがポイントとなってくる）	提出されたプリントで評価	

	残り時間で考察をまとめる。		
②－４	・ ４つの溶液の正解を聞く。 ・ 時間に余裕があれば代表者の発表を聴く。 ・ 教員からの解答例の説明を聴く。 (解答例はmanabaに載せる) ・ 自己評価と感想の記入をする。	この部分は時間に余裕があれば行い、無ければ次回の授業の始めに行う。	

参考資料：2003 年 センター試験 ヨウ化カリウム水溶液の電気分解

【「主体的に学習に取り組む態度」の評価例】

ここでは、授業プリントの考察欄の記入をもとに評価を行う。

なお、以下の判断基準表を基にして評価する。

評価 A	実験結果を踏まえて、化学的に根拠をもって十分満足できる考察の表現ができている。
評価 B	実験結果を踏まえて、化学的な根拠をもち、満足できる考察の表現ができている。
評価 C	考察において理由や根拠をもって表現できていない。

[評価 B の例]

表現は適切で簡潔にまとめられており、満足のいくものとなっている。このことから、主体的に学習に取り組む態度の観点で、「満足のできる考察の表現」として評価 B と判断できる。

水溶液 A は 硝酸銀水溶液である。 理由は 陰極に銀が析出したため。	水溶液 B は 希硫酸 である。 理由は 陰極、陽極から気体が発生し、フェノールフタレインを用いると、陰極側に変化がなかったから。
水溶液 C は ヨウ化カリウム水溶液である。 理由は 陰極から気体が発生 陽極からヨウ素らしき物質が発生したため。	水溶液 D は 硫酸ナトリウム水溶液である。 理由は 陰極、陽極から気体が発生し、フェノールフタレインを用い電気分解をすると、陰極側が赤くなったから。

[評価 A の例]

水溶液 A は 硝酸銀水溶液 である。 理由は	水溶液 B は 希硫酸 である。 理由は 希硫酸、硫酸ナトリウム水溶液は共に
--------------------------------	--

フェノールフタレインを用いた電気分解についてしっかりと考察ができています。

イオン化傾向の大きな金属イオンは水溶液中で電子をうけとらず、中性の溶液では代わりに水が電子を受け取り還元され、水素の発生とともに水酸化物イオンが発生していることを言及した文章となっており、「十分満足できる考察の表現」となっており、評価 A と判断できる。

陰極に銀が析出し、陽極では気体が発生した。またフェノールフタレインを加えても変化がなかったことから水酸化物イオンの濃度が大きくなっていない。

水溶液 C は ヨウ化カリウム水溶液である。

理由は
陰極から気体が発生し、フェノールフタレインを用いた電気分解では陰極側が赤くなった。このことから水酸化物イオンの濃度が大きくなったことが分かり、陽極からはヨウ素が発生したため。

陰極で水素、陽極で酸素が発生する。

しかし希硫酸は陰極で水素イオンが電子を受け取り水素が発生し、このとき水酸化物イオンの濃度は大きくなり、フェノールフタレインを用いた電気分解では変化がない。実験結果から陰極、陽極から気体が発生し、フェノールフタレインを用いると、陰極側に変化がなかったため希硫酸である。

水溶液 D は 硫酸ナトリウム水溶液である。

理由は
陰極、陽極から気体が発生したことから、希硫酸または硫酸ナトリウム水溶液だとわかる。またフェノールフタレインを用いると、陰極側が赤くなり水酸化物イオンが発生したことがわかるため硫酸ナトリウム水溶液だと判断した。

本時の目標

- 水溶液中の電気分解の法則を知り、陽極・陰極の反応式を書くことができる。
- 水溶液中の電気分解の法則から、未知の水溶液の同定にチャレンジする。

基本事項

教科書 P124,125

電気分解…自発的におこらない酸化還元反応を、電気エネルギーを用いて強制的に進ませること。

電源や電池の負極につないだ極板を陰極、正極につないだ極板を陽極という。

陽極：電子を失う (酸化) 反応 陰極：電子を受け取る (還元) 反応

☆水溶液中における陰極、陽極で起こる酸化還元反応の優先順位 (絶対に押さえる基本事項！)

電気分解において陰極は最も還元されやすい物質が還元され、陽極は最も酸化されやすい物質が酸化される。

優先順位	陰極	陽極
1 番	Ag ⁺ や Cu ²⁺ などのイオン化傾向の小さい金属の陽イオンが還元され、単体が析出する。	電極に Ag よりもイオン化傾向が大きい金属を用いた場合、極板が酸化され、金属の陽イオンを生じる。
2 番	酸性水溶液では H ⁺ が、中・塩基性水溶液でも H ₂ Oの酸化数+ 1 の H が還元され水素が発生する。	極板が Au、Pt、C (黒鉛) の場合はハロゲン化物イオンが酸化されハロゲンの単体が発生。
3 番	Li ⁺ ,K ⁺ ,Na ⁺ ,Mg ²⁺ ,Al ³⁺ などのイオン化傾向が大きい金属は還元されない。(イオンのままでいい)	塩基性の水溶液では OH ⁻ が酸化され、中性・酸性の水溶液では H ₂ O が酸化され、酸素発生。
		※SO ₄ ²⁻ や NO ₃ ⁻ は酸化されない (S、N は最高酸化数をとっている)

まとめると！ (Cl₂が発生する場合は Pt が反応するため C 電極を用いる。)

陰極 … 1 番	イオン化傾向の小さい金属の析出	2 番	水素の発生 (水素イオンまたは水が還元される)
陽極 … 1 番	極板の酸化 (Au,Pt,C 以外)	2 番	ハロゲン化物イオンが酸化されハロゲンの単体発生
	3 番	酸素の発生 (水または水酸化物イオンが酸化される)	

本時の課題

電気分解の法則から未知の試料 4 つを決定せよ。

見た目ではわからない A～D の水溶液がある。A～D はそれぞれ希硫酸 (H₂SO₄aq)、ヨウ化カリウム (KI) 水溶液、硝酸銀 (AgNO₃) 水溶液、硫酸ナトリウム (Na₂SO₄) 水溶液のいずれかである。実験を通して当ててみよう！ (電極には炭素電極を用いるため、極板の溶解は考えなくてよい)

評価 ビーカー、導線、電池、シャーペンの芯 (炭素電極)、フェノールフタレイン (用いるか用いないかは各グループの判断)。

A～D の各種水溶液 (グレー：A 赤：B 黄：C 青：D) 試験管に付箋を貼っておくことよ。

実験から考察までの流れ

- ① 予備考察 各自で水溶液中における電気分解の基本事項をもとに各水溶液の陽極、陰極で起こる反応をまとめ、予想を書く (5 分)。
- ② 予備考察をもとにグループで反応の確認、またどうすれば判別できるか話し合う。
- ③ 電気分解を行う。ただし、同じ実験を何度も行う可能性があるので試験管から電気分解用のビーカーに少量とり、水で薄めてから行う。終了したら水道水でビーカーを洗い、次の実験を行う。必要な実験データがそろったら考察に入る (代表はタブレットの word で考察を記入)。(②、③で 15 分)

予備考察

今回電気分解をする各種水溶液の陽極、陰極の反応式を e⁻を用い完成させよ。

希硫酸 (H ₂ SO ₄ aq)	陽極	
	陰極	
ヨウ化カリウム (KI) 水溶液	陽極	
	陰極	
硝酸銀 (AgNO ₃) 水溶液	陽極	
	陰極	
硫酸ナトリウム (Na ₂ SO ₄) 水溶液	陽極	
	陰極	

合言葉 (関さんが飲水)
H₂O、H⁺、OH⁻が反応するとき
陽極：酸素発生
陰極：水素発生

・予想を書こう（ ～なったら一だ。のように ）

2年 組 番 氏名（ ）

結果と考察

・結果の記入（ 電気分解は電極を水溶液に入れた瞬間に起こるので、タブレットを用いて動画を撮り、見返してもよい。 ）

A の電気分解の様子	B の電気分解の様子
C の電気分解の様子	D の電気分解の様子

・結果を踏まえての考察

A は 理由	水溶液	B は 理由	水溶液
C は 理由	水溶液	D は 理由	水溶液

本時の授業の感想・疑問・気付いたこと

自己評価	全くできなかった					よくできた				
① 授業に集中することができた。	1	2	3	4	5					
② 水溶液中の電気分解のルールがわかった。	1	2	3	4	5					
③ 練習問題、課題実験における反応式を書くことができた。	1	2	3	4	5					
④ 課題実験において、実験の手順を話し合うことができた。	1	2	3	4	5					
⑤ 結果と考察について、最後まで諦めることなくチャレンジできた。	1	2	3	4	5					
⑥ 片付けを含め、電気分解の実験に積極的に参加することができた。	1	2	3	4	5					