

科学的な思考力・判断力・表現力を育成する学習指導と評価の工夫  
－銅の電解精錬の実験におけるモデル図の活用を通して－

鹿児島県立出水高等学校  
教諭 七夕 剛 成

1 単元の概要

(1) 単元名

第2章 物質の変化 (第2学年「化学I」)

3節 酸化還元反応

(2) 単元の目標

ア 酸化還元反応に関心をもち、電子の授受という観点で意欲的に探究しようとする。

【関心・意欲・態度】

イ 酸化還元反応に関する事物・現象の中に規則性、共通性を見だし、観察、実験を通して、実証的、論理的に考えたり、分析的、総合的に判断することができる。

【思考・判断】

ウ 電池や電気分解の観察、実験を行い、その基本的操作を習得するとともに、その観察、実験の過程や結果から自らの考えを導き出し、的確に表現する。

【観察・実験の技能・表現】

エ 電子の授受や酸化数の変化から酸化還元反応を理解し、ファラデーの法則及び電気分解の電気量と析出量の量的関係を理解する。

【知識・理解】

(3) 生徒の実態

本校生徒の大半が大学進学を目標としており学習意欲は高い。互いに教えあいながら問題解決に取り組むなど学習に対して積極的であり、化学に対する興味・関心も高い。

一方で、化学の概念や考え方について、自分がどのような勘違いをしているのか分からないという生徒も多い。この原因の一つとして、科学的に考えることよりも、問題の答えや解法を暗記することに重点を置いた学習をしていることが考えられる。それは、試験における誤答の訂正をする際、自分の解法を見直さずに模範解答をただ写している実態があることから分かる。そこで、この問題点を改善するために、授業においては、既習事項を基に思考する場面を設定したり、定期考査の復習をさせる際には、特定の問題について、「自分が考えた解法(解答)」や「自分が誤解していたところ」を反省用紙に書いて提出させたりした。

また、計算分野(熱化学、酸と塩基、酸化還元反応など)を苦手としている生徒も多い。これは、計算問題において、「実際に起こっている現象をイメージせずに、公式に単純に当てはめて解く」というような学習をしているからではないかと考えられる。そこで、生徒が実際の現象をイメージできるように、モデル図で表現するなどの活動に重点を置いた授業展開の工夫を行った。その結果、生徒自身が自分の間違いを分析することで内容の理解を深められるようになったと同時に、実際の現象を把握してから問題に取り組もうとする生徒も多くなってきた。しかし、実験で見られる色やにおいの変化などの感覚的な現象と、その原因となる目に見えない粒子レベルの挙動とを結び付けて考えられる状況には至っていない。

「酸化と還元」では、目に見えない電子の移動の概念をいかに理解させるかが重要だが、電子の移動を視覚的に捉える実験を行うことは難しい。そこで、生徒が実際に感じることでできる現象とその現象を引き起こしている電子を含めたさまざまな粒子の挙動を関連付けて思考し、モデル図で表現することで、イメージを形成して理解を深められるような工夫を行った。

(4) 単元の評価計画

| 時間          | 学習の内容・ねらい                                                                                                                                                                                                                      | 評価                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1           | <p>電池が酸化還元反応によって電気を供給していることを理解する。</p> <p>ボルタ電池やダニエル電池を通して、負極が酸化反応、正極が還元反応を起こしていることを理解する。</p> <p>2種類の金属を用いた電池では、どちらが負極になるか、イオン化傾向から考える。</p>                                                                                     | <p>【知識・理解】</p> <p>身近な電池の負極・正極では、それぞれ酸化・還元反応が起こっていることを理解することができる。</p> <p>【思考・判断】</p> <p>金属のイオン化傾向と負極、正極での化学変化の関連付けから、2種類の金属を用いた電池では、酸化されやすいイオン化傾向の大きな金属が負極に用いられることを判断することができる。</p>                                                            |
| 2           | <p>二次電池の例である鉛蓄電池について、放電や充電の仕組みを理解する。</p> <p>鉛蓄電池における放電や充電のときの負極、正極の酸化還元反応を確認するための実験を行い、実験結果から考えたことをまとめる。</p> <p>電解質溶液の変化を理解する。</p>                                                                                             | <p>【関心・意欲・態度】</p> <p>二次電池の身近な例である鉛蓄電池について関心を示し、放電や充電の実験に意欲的に取り組もうとする。</p> <p>【観察・実験の技能・表現】</p> <p>鉛蓄電池の仕組みを理解するための実験を正しく行い、自らの考えを導き出しているに表現することができる。</p>                                                                                     |
| 3           | <p>マンガン乾電池や燃料電池などの実用電池内での反応について調べる。</p>                                                                                                                                                                                        | <p>【関心・意欲・態度】</p> <p>どのような電池でも負極では酸化反応、正極では還元反応が起こっていることに関心をもち、さまざまな実用電池の仕組みを積極的に探究しようとする。</p>                                                                                                                                               |
| 4・5         | <p>電気分解が、外部電池により強制的に電気を通して起こる現象であることを知り、陽極で酸化反応、陰極で還元反応が起こっていることを理解する。</p> <p>陽極、陰極での反応について規則性を見だし、さまざまな水溶液の電気分解で起こる各極の反応を化学反応式で表す。</p> <p>ファラデーの法則を用いて、流れた電気量と陽極、陰極での化学変化の量が比例することを理解する。</p>                                  | <p>【知識・理解】</p> <p>電気分解における電子の流れ方や、いろいろな水溶液を電気分解したときに起こる各極板での反応を、電子を含む反応式で表すことができる。</p> <p>ファラデーの法則により、流れた電気量から陽極や陰極の質量変化を計算できる。</p> <p>【思考・判断】</p> <p>イオン化傾向から考えて、陽極、陰極での反応について規則性を見いだすことができる。</p>                                           |
| 6<br>(検証授業) | <p>電気分解の知識を基に、銅極板による硫酸銅(Ⅱ)水溶液の電気分解を、電子の挙動も考慮したモデル図で表し、説明する。</p> <p>モデル図より、純銅を得るためには、粗銅・純銅を陽極・陰極のどちらに使用すればよいかを考える。</p> <p>金属のイオン化傾向から、不純物がどのような変化で取り除かれるかを推測する。</p> <p>陰極に純銅が析出すること、陽極の銅版が溶け出すことを確認するための実験を行い、電気分解について理解する。</p> | <p>【思考・判断】</p> <p>陽極や陰極の極板の変化を考え、化学反応式で表すことができる。</p> <p>陽極や陰極及び水溶液中で起こる変化を、粒子の挙動に着目しながら考え、正確に図示して表現することができる。</p> <p>電子の授受から考えて、与えられた材料をどのように用いると純銅を得ることができるかを判断することができる。</p> <p>金属のイオン化傾向を基に、粗銅に含まれる不純物がどのようにして取り除かれるかを予想し、図で表現することができる。</p> |

(5) 思考力・判断力・表現力を育成するための工夫

「酸化還元反応」の単元において、与えられた課題から実際に起こる粒子レベルでの現象をイメージする能力を身に付けられるような学習活動を行うことにより、思考力・判断力・表現力を育成したいと考えた。本研究では、以下の流れに沿った学習活動を想定し、指導の工夫を行った。

ア 与えられた課題文から実際に起こる現象をイメージする。

イ イメージを図として表現する。

ウ 実験により見られる事象変化を、表面的に捉えるだけではなく、その変化の原因となる粒子の挙動を理解し、図として表現する。

エ 自分で作成した図を使って、他の事象変化を考察する。

## 2 検証授業の実際

### (1) 本時の目標

電解工業の一つである銅の電解精錬について実験を行う。ここでは、これまでに学習してきた酸化還元に関する知識を生かして、どのようにすれば純銅が得られるのか、粗銅に含まれる不純物はどのように取り除かれるのかを考え、実験により確認する。さらに、実験で感覚的に捉えた現象を、それを引き起こしている粒子の挙動と関連付けながらモデル図で表す。これらの活動を通して電気分解の理解を深める。

### (2) 評価規準と判断基準

#### ア 評価規準

|       |                                                   |
|-------|---------------------------------------------------|
| 思考・判断 | 電気分解の事象の中に酸化還元反応としての規則性、共通性を見だし、論理的に考察し、科学的に判断する。 |
|-------|---------------------------------------------------|

#### イ 判断の要素

(ア) 電気分解における粒子の挙動

(イ) 電気分解における極板の変化

#### ウ 判断基準

今回の実験では、理論を確認する場面、実験の計画をする場面、実験の結果を予想する場面において、それぞれ、以下に示す①、②、③の課題を与え、その解答から【思考・判断】の評価を行った。判断基準、深化・補充指導とともに以下に示す。

① 銅電極を用いた硫酸銅(Ⅱ)水溶液の電気分解について、陽極や陰極の化学反応式を書け。

さらに、反応式に基づいて、水溶液中の粒子の挙動や実際に起こる現象を図で表現せよ。

| 尺度 | 判断基準                                                                          | 深化・補充指導                                               |
|----|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| A  | ・ この電気分解では、水溶液中の銅(Ⅱ)イオンの量的な変化がないため、硫酸銅(Ⅱ)水溶液の濃度は変化しないことについても理解し、表現することができている。 |                                                       |
| B  | ・ 陽極、陰極の各反応式を書くことができる。<br>・ 水溶液中の銅(Ⅱ)イオンの変化や陽極の質量減少、陰極の質量増加を図で表現することができる。     | ・ 水溶液中の銅(Ⅱ)イオンの量的な変化について着目させ、硫酸銅(Ⅱ)水溶液の濃度変化について考えさせる。 |

|   |  |                                                                                                                                                                                                                |
|---|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>授業プリントやノートを見返して、電気分解の法則から各極の反応式を書かせる。</li> <li>電子の流れる方向を確認させ、陽極が酸化、陰極が還元反応であることを理解させる。</li> <li>イオン化することで陽極の質量が減少すること、析出することで陰極の質量が増加することを理解させ、各極板の変化を確認させる。</li> </ul> |
|---|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

② 不純物を含む銅板（粗銅板）から純銅を取り出すためには、粗銅板と純銅板をどのように使用して電気分解を行えばよいか。

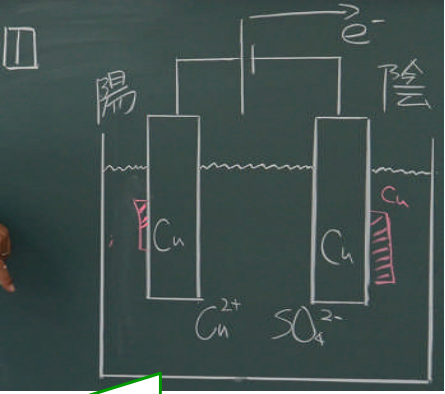
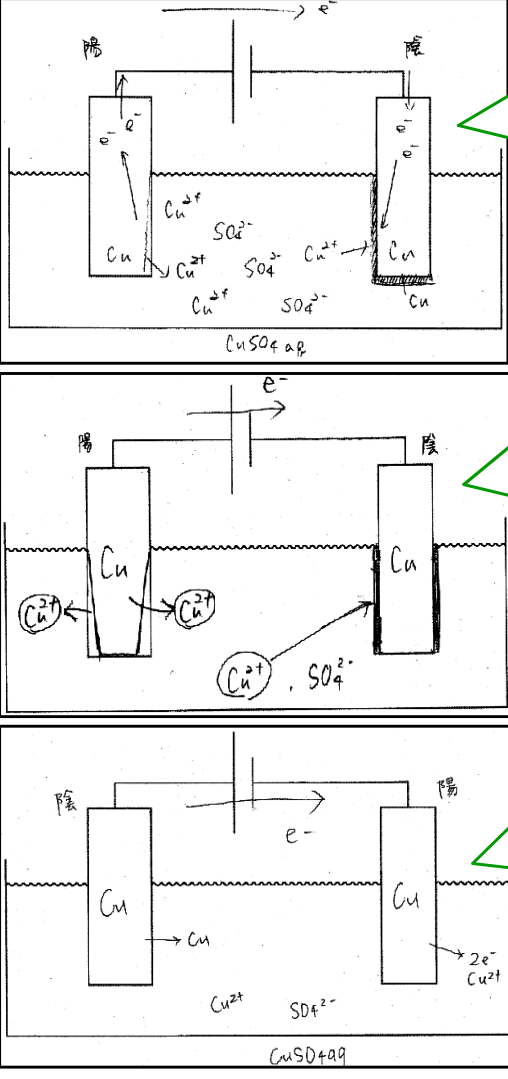
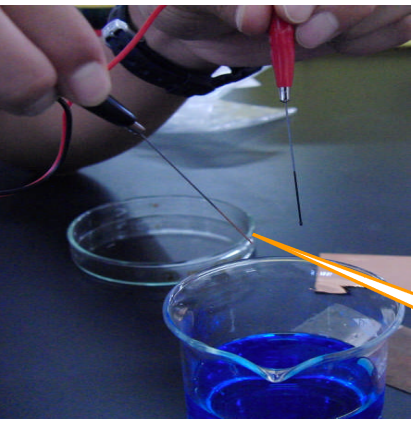
| 尺度 | 判断基準                                                                                                         | 深化・補充指導                                                                                                                 |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A  | <ul style="list-style-type: none"> <li>電気分解で銅と同じ反応をする銀についても、同様に粗銀、純銀を用いて電気分解を行えば、純銀を得られることを予想できる。</li> </ul> |                                                                                                                         |
| B  | <ul style="list-style-type: none"> <li>電子の授受から考えて、粗銅板を陽極に、純銅板を陰極に用いることを導き出すことができる。</li> </ul>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>硫酸銅（Ⅱ）水溶液の電気分解を行い、確認させる。</li> <li>電気分解で銅と同じ反応をする銀の場合はどうなるかについても考えさせる。</li> </ul> |
| C  |                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>硫酸銅（Ⅱ）水溶液の電気分解を行い、確認させる。この実験により陰極に銅が析出することを確認し、その理由を電子の授受から考えさせる。</li> </ul>     |

③ 不純物として含まれている亜鉛や金などが、どのようにして取り除かれていくかを予想せよ。

| 尺度 | 判断基準                                                                                                                                            | 深化・補充指導                                                                                                                                               |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A  | <ul style="list-style-type: none"> <li>単体のまま取り除かれる金は、陽極の下にたまっていくことを予想し、表現できる。</li> <li>水溶液中の硫酸銅（Ⅱ）の濃度が減少していくことについても予想し、表現できる。</li> </ul>        |                                                                                                                                                       |
| B  | <ul style="list-style-type: none"> <li>金属のイオン化傾向と陽極で酸化反応が起こることから、亜鉛などのイオン化傾向の大きな金属は水溶液中に溶け出し、イオン化傾向の小さな金などは単体のまま取り除かれることを予想することができる。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>陽極泥を説明し、単体で取り除かれる金は、陽極の下にたまっていくことを予想させ、実験では特に、析出する様子について注意深く観察させる。</li> <li>水溶液の変化について、①と比較して考えさせる。</li> </ul> |
| C  |                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>銅と他の金属のイオン化傾向を比較させ、イオンへのなりやすさを考えさせる。</li> <li>実験の中で、金属の溶け出す様子や析出する様子などを注意深く観察させる。</li> </ul>                   |

### (3) 指導の実際

| 過程         | 学 習 活 動                                                                                 | 指導上の留意点                                                                                                       | 評価の観点 |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 導入<br>(5分) | <ul style="list-style-type: none"> <li>酸化と還元、金属のイオン化傾向、電子の授受、電気分解についての復習を行う。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>電気分解では、水溶液中の還元されやすい物質が陰極で電子を受け取り、酸化されやすい物質が陽極で電子を失うことを確認する。</li> </ul> |       |

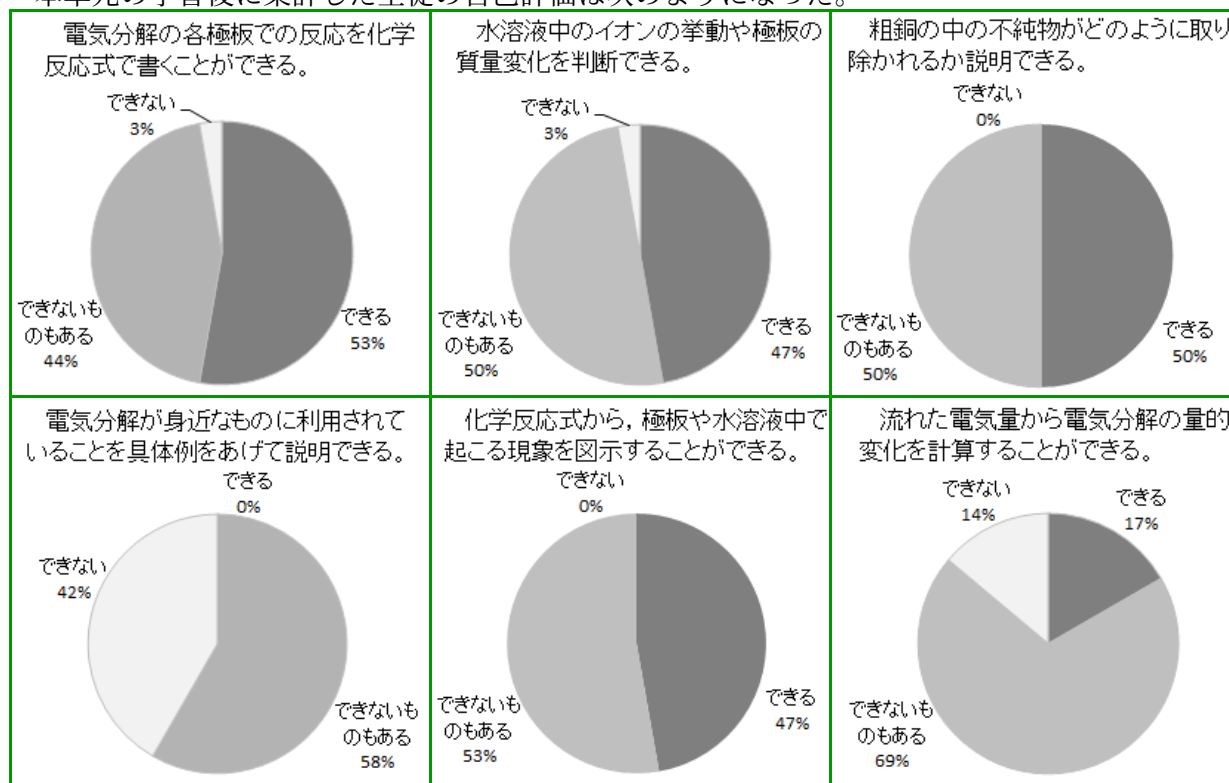
|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |          |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <p>展開<br/>①<br/>(10分)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>銅電極を用いた硫酸銅（Ⅱ）水溶液の電気分解について、陽極や陰極の化学反応式に基づき、水溶液中のイオンの挙動を考える。</li> <li>実験プリント①の問題に解答を記入する。</li> <li>お互いの解答を確認しあう。</li> <li>誤っていれば訂正する。</li> <li>代表1人が板書する。</li> </ul>  <p>陽極の銅が溶けることは理解していたが、陽極においても析出の状態をかいた。この場合は、Cと評価した。</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>実験プリントを配布し、①に化学反応式を記入させ、発表させる。</li> <li>電気分解の様子を、実験プリント①の欄に図示させる。</li> </ul>                                                                                             | <p>①</p> |
| <p>展開<br/>②<br/>(10分)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>不純物を含む銅板と純銅板のどちらを陽極・陰極に利用して銅の製錬を行うかを考え、実験プリント②の欄に記入する。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>数人に発表させる。</li> </ul> <p>粗銅を陰極に用いると考えた生徒は、全体で5人であった。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>各グループに実験用具を配る。</li> <li>黒鉛（シャープペンシルの芯）を電極に用いた硫酸銅（Ⅱ）水溶液の電気分解を、各グループで行うように指示する。この実験から、陰極に銅が析出することを確認させる。</li> </ul> <p>陰極の黒鉛は、きれいにめっきされ、陰極に銅が析出することを確認できた。</p> | <p>②</p> |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <div data-bbox="300 192 738 353"> <ul style="list-style-type: none"> <li>不純物として含まれている亜鉛や金などがどのようにして取り除かれていくかを考え、実験プリント③の欄に記入する。</li> </ul> </div> <div data-bbox="300 365 978 712"> <p>自分の考え</p> <p>イオン化傾向<br/> <math>Zn &gt; Cu &gt; Au</math></p> <p><math>Zn</math>はイオン化<br/> <math>Au</math>は下にたまる</p> </div> <div data-bbox="300 723 978 1025"> <p>自分の考え</p> <p><math>Au</math>は下へたまる。<br/> <math>Zn</math>は上へ出てくる。</p> </div> <div data-bbox="300 1037 978 1373"> <p>自分の考え</p> <p>粗銅<br/> <math>Zn</math>も <math>Au</math> も<br/>         溶け出す</p> </div> | <div data-bbox="762 192 1268 353"> <ul style="list-style-type: none"> <li>数人に発表させる。</li> <li>陽極での反応が酸化反応であること、亜鉛のイオン化傾向が銅よりも大きいことや金が小さいことから考えさせる。</li> </ul> </div> <div data-bbox="994 365 1260 533"> <p>まず、図をかいて考えようとする生徒が増えてきた。</p> </div> <div data-bbox="994 555 1260 734"> <p>溶けなかった金はどうなるかについても正しく予想できており、Aと評価した。</p> </div> <div data-bbox="994 757 1260 1137"> <p>陽極では亜鉛と銅が溶け出し、金は溶けないとする正しい判断であり、Bと評価したが、溶けなかった金の様子については予想できていないので、陽極泥について説明した。</p> </div> <div data-bbox="994 1160 1260 1361"> <p>陽極では亜鉛も銅も金も溶け出すとする誤った判断であり、Cと評価した。</p> </div> <div data-bbox="300 1395 738 1552"> <ul style="list-style-type: none"> <li>純銅、粗銅を接続し、手回し発電機を用いて10分間電流を流す。</li> <li>ときどき極板を持ち上げて、変化を観察する。</li> </ul> </div> <div data-bbox="292 1552 738 1944"> </div> <div data-bbox="762 1395 1276 1585"> <ul style="list-style-type: none"> <li>水溶液中や極板での化学変化を、プリントに記入した図と比較しながら観察させる。</li> <li>陽極での銅の溶け出し、陰極での銅の析出、陽極泥を確認させる。</li> </ul> </div> <div data-bbox="762 1585 1257 1944"> </div> | <div data-bbox="1345 192 1377 230">③</div> <div data-bbox="217 1955 284 2045">         終末<br/>(15分)       </div> <div data-bbox="300 1955 738 2045"> <ul style="list-style-type: none"> <li>プリントのまとめを行う。</li> <li>自己評価欄を記入する。</li> </ul> </div> <div data-bbox="762 1955 1276 2045"> <ul style="list-style-type: none"> <li>実験の過程や結果から考察させ、プリントにまとめさせる。</li> </ul> </div> |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



#### (4) 判断基準の修正について

本単元の学習後に集計した生徒の自己評価は次のようになった。



検証授業における判断基準についてはおおむね妥当だったと思われる。しかし、学習後においても、「電気分解の各極板での反応を化学反応式で書くことができる。」や「水溶液中のイオンの挙動や極板の質量変化を判断できる。」の項目について、「できない」または「できないものもある」と自己評価した生徒の割合が高かった。このことから、深化・補充指導においては、説明や確認事項をおさえるだけではなく、別の類題を考えさせることで自信をつけさせる必要があると感じた。そこで、課題①による評価の判断基準について、深化指導には、「塩化銅（Ⅱ）水溶液を電解液に用いて電気分解するときの反応を考えさせる。」を加え、A評価の判断基準には、「電解液に塩化銅（Ⅱ）水溶液を用いたときとの反応の違いを考えられる。」を加えた。

課題②については、実験前の記述からCと評価した生徒も、銅の析出実験を行い確認させる補充指導の結果、純銅と粗銅をそれぞれ陽極と陰極のどちらに用いるかを理解することができた。一方で、実験中に陽極側から気体が発生することに気付いた生徒も見られた。それに対しては、陽極で起こっている反応の反応式を書かせる指導をすべきであった。また、自己評価において、「電気分解が身近なものに利用されていることを具体例をあげて説明できる。」では、「できる」と答えた生徒がいなかった。課題②の実験において、シャープペンシルの芯に銅が付着したことは「めっき」でも利用されている方法であることを指導していれば、電気分解の活用として捉えることができたと考えられる。これらのことから、課題②による評価の判断基準について、深化指導に「陽極で起こった反応の反応式及び粒子の挙動を考えさせる。」「シャープペンシルの芯に銅が付着した様子から、『めっき』も同じ方法で行うことができることを理解させる。」の二項目を追加した。これを基に、Aの判断基準についてもこれらの内容を追加した形で修正した。

課題③に係る自己評価の結果についても、「できないものものもある」と答えた生徒が半数であった。そこで、深化指導に「亜鉛や金以外の金属を不純物とした場合、これらがどのように取り除かれるかを考えさせる。」を加え、Aの判断基準についても同じ内容を追加した。

### 3 成果と課題

#### (1) 成果

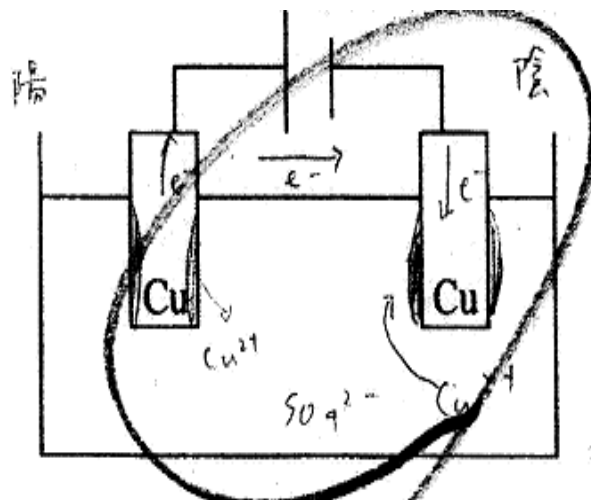
生徒は計算問題に対して、「単純に公式に当てはめて計算する」のではなく、「実際の現象がどうなるのかを思考しながら解答する」ようになってきている。また、与えられた課題に対して、図を用いて考え、図を用いて表現しようとする生徒が増えてきたことも成果の一つである。

「酸化還元反応」を範囲に含む2学期中間考査では、検証授業の内容を踏まえ、次のような問題を作成して出題した。

| ①銅極板、②炭素棒を用いて、硫酸銅（Ⅱ）水溶液を電気分解した。各極でおこる変化をイオン反応式（半反応式）で表し、実際に起こる現象を極板の変化やイオンの挙動に着目して図示せよ。 |           |       |       |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|-------|-----|
| 問題番号                                                                                    | 電解質水溶液    | 陽 極   | 陰 極   | 正答率 |
| ①                                                                                       | 硫酸銅（Ⅱ）水溶液 | Cu（ア） | Cu（イ） | 89% |
| ②                                                                                       | 硫酸銅（Ⅱ）水溶液 | C（ウ）  | C（エ）  | 75% |

図で現象を表現させる問題は、1学期期末考査でも行った。そのときは、電解質が水の中でどのような状態で存在しているかを認識できておらず、実験で起こった色の変化やにおいなどの感覚的な現象とそれを引き起こす粒子レベルの挙動を、結びつけて考えられていなかった。しかし、2学期中間考査では、水溶液中での粒子の状態や現象を捉えられるようになった。

| 自分で考えた解答                                                                   | 自分の間違いのポイント                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| (1)<br><br>$\text{H}^+$ と $\text{Cl}^-$ に<br>なっている                         | 水の中で HCl が<br>そのまま存在している<br>と、思っていた。                                       |
| (2)<br><br>$\text{Na}^+$ と $\text{Cl}^-$ に<br>なっている                        | 水の中で NaCl が<br>そのまま存在している<br>と、思っていた。                                      |
| (3)<br><br>$\text{OH}^-$ が 多い。<br>$\text{Na}^+$ と $\text{Cl}^-$ に<br>なっている | $\text{Na}^+$ や $\text{Cl}^-$ の 動きや<br>$\text{OH}^-$ のことなどを全く<br>考えていなかった。 |



同一生徒の「1学期期末考査反省用紙」 → 「2学期中間考査（上記問題①）の解答」

評価の判断基準を作る際に必要なことは、その分野において生徒の陥りやすい誤概念を把握しておくことである。1学期期末考査の返却時に、生徒がどのように考えて誤答したのかを反省用紙に書かせたことで、生徒の考え方を把握し、判断基準を設定することができた。そして、その判断基準を基に評価した結果を受けて、指導方法の工夫、改善につなげることができた。

#### (2) 課題

検証授業において、判断基準で設定していた要素以外の生徒の気付き（陰極に銅が析出することを確認する実験において、陽極の気体発生に気付いた）に対する手立てができなかった。また、自己評価の結果から、間違いを修正して正しい知識を与えるだけでは、生徒は自信をもてず、身近なものへの活用もできないことが分かった。そこで、深化・補充指導の段階では、得られた知識を活用する課題を準備し、さらに深く考えさせる工夫が必要だと感じた。

また、表現力を育む指導については、文章を図に表してイメージすることを中心に指導してきたが、今後は、イメージしたことを文章化する能力を育てるような指導も行いたい。