

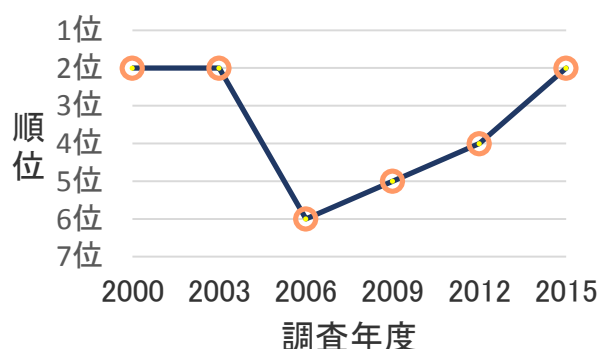
化学分野における授業実践

実験と思考力・判断力・表現力とをむすびつけた授業実践について

1. はじめに

子どもたちの理科離れが叫ばれている中、その原因を探求し、どういったアプローチをすれば良いか、具体的な方策を講じたいと強く考えている。しかしながら、ここ10年におけるPISA、TIMSSといった国際学力調査の中で、一番化学に近いと思われる科学的リテラシーの結果は、国際的に見ても依然トップクラスに在ると言えよう(表1)。この結果だけを見れば、必ずしも理科離れが起きているとは考えにくい。

表1. PISA 調査における科学的リテラシー分野の日本の国際比較順位



だが、PISA2006 質問紙調査における「理科の分野に関する設問」の結果は、実に国際的に見て、ほぼ最低の結果となっている。(表2)

表2. PISA2006 質問紙調査「理科の分野に関わる設問」における日本の平均と国際比較順位

PISA2006・質問紙調査の中の理科の分野に関する設問	高校1年生平均	OECD加入国平均	57ヶ国中の順位
科学を学ぶことの楽しさ	45%	57%	56位
科学的な課題に対応できる自信	49%	63%	56位
科学の身近さ、有用さ(全般的価値)	81%	85%	51位
科学の身近さ・有用さ(個人的価値)	55%	58%	53位
科学に関わる活動の程度	5%	12%	57位
科学の話題を学習することへの興味や関心	45%	49%	50位
環境に関する諸問題を知っていて説明できる。	56%	56%	37位
資源や環境に関する責任感	84%	82%	25位
学校で科学に関連する職業に関する知識や技能を学べる。	57%	77%	57位
科学に関連する職業に関する情報が与えられている。	29%	47%	57位
将来、科学に関連して生活したい。	21%	29%	51位

さらに、国立教育政策研究所が独自で行った「PISA 調査のアンケート項目による中3 調査」の結果を一例挙げると、「観察実験などの体験活動の重視」の項目に肯定的もしくは望ましい回答をした生徒の割合は、中学3年生の46%から、高等学校1年生では23%と、

23%の減少となり、実に半減している。

表 3. PISA2006 質問紙調査 受けている理科授業に対する意識の項目
中学校と高等学校の比較

受けている理科授業に対する意識	高1平均(%)	中3平均 (%)	増減
対話を重視した理科授業を受けている。	16%	27%	▲
観察実験などの体験活動を重視した理科授業を受けている。	23%	46%	▲
生徒の科学研究を取り入れた理科授業を受けている。	12%	25%	▲
モデルの使用や応用を重視した理科授業を受けている。	17%	32%	▲
理科の勉強は大切、理科の勉強を自分の将来に役立てたい。	42%	49%	▲
理科を学習することについての自信	22%	30%	▲

これらの結果から、日本の理科に対する興味関心は、国際的に見ても大変低く、中学校から高等学校に上がるタイミングで、さらに顕著に低くなる。また、観察・実験など、実習型の授業も中学校と比べると低下し、知識・理解に重点を置いた授業展開となりがちである。このように、生徒は理科に対する興味関心が低い状態で、高等学校での知識教授型の授業を受け、知識・理解を得ていくといった、意欲と行動が”乖離”した状態が、理科離れが起こる1つの要因になっているのではないかと考えた。

2 研究の目的

これらの背景を基に、本研究では、適切なアクティブ・ラーニングを実施し、生徒が実験を通して化学に対する興味関心をもちながら主体的に学び、思考力・判断力・表現力を育成することを研究目的とする。

3 研究方法と内容

生徒たちは、あらかじめ化学基礎で酸化還元反応の単元で扱う陽イオン化傾向を学習している。今回は、化学の単元の電池において、以下の2つを目的とする実験を行った。実験は1グループ4～5人で行った。

実験Ⅰ 既習事項から予想し、金属5種類を、実験結果を基に、陽イオン化傾向が大きい順番に並べる。

実験Ⅱ Ⅰの結果を基に、未知の金属X, Y, ZをⅠの陽イオン化傾向に組み込む。

実験Ⅰに関しては、生徒の既習事項を基に、それを実際に検証して確かめる演繹法、実験Ⅱに関しては、既習事項や実験Ⅰの結果を基に、新たな知識を付け加えていくといった帰納法で実験を行う流れを設定した。さらに、生徒の思考力・判断力・表現力を育成するために、2つの方策を講じた。

① 教科書の記述とは異なる実験結果が出る題材を用いる。【思考力・判断力の育成】

この実験は、計測を失敗しなければ、教科書に載っている内容とは相反する結果となる。具体的には、本来陽イオン化傾向は $Al > Zn$ となるはずであるが、実際に実験を行った結果から判断すると、 $Zn > Al$ となる。この既習事項と相反する結果を目の前にして、

生徒が”考えざるを得ない状況”となったとき、生徒はこの結果をどう受け止め、判断し、考察するかを見ていった。

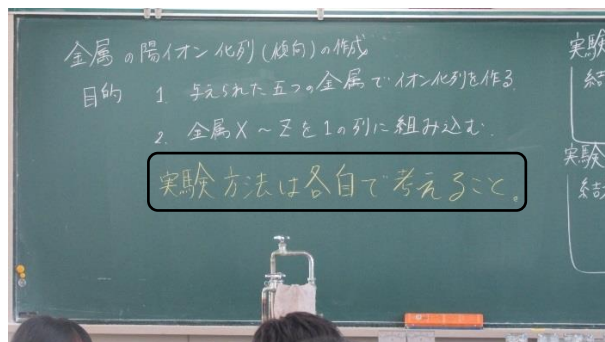


写真1. 板書

② 実験方法はグループで考えさせる。【表現力（コミュニケーション能力）の育成】

実験プリントには、今回の実験の目的（ゴール）、必要な薬品や器具のみを記し、実験方法（プロセス）を一切提示しなかった。当日も黒板の板書は至ってシンプルに、目的と「実験方法は各自で考えること」と記入するのみにした（写真1）。つまり生徒は、実験プリントというヒントを基に、このゴールにどういったプロセスを経て辿り着けば良いのかを、グループで話し合いながら進める必要がある。

③ 未知の金属を用いる実験を行う。【思考力・判断力・表現力の育成】

X:鉛（鉛ということは伏せて渡す） Y:ステンレス Z:ハンダ（Pb40%, Sn60%）の3つの金属はイオン化傾向には載っていない金属である。実験Iの結果を基に、イオン化列（傾向）のどこに組み込まれるかを考えさせる。

※ 授業実践に関する参考資料については別途添付する。

- (1) 授業計画書 (資料1)
- (2) 授業アンケート (資料2)
- (3) ワークシート (資料3)

4 結果と考察

① 表現力（コミュニケーション能力）の育成

生徒たちは、まず実験プリントの熟読し、実験手順を試行錯誤で考えていた。今回の実験では、電圧計を扱うのは中学生以来であったため、その使い方を忘れていた生徒も少なからず見受けられた。しかしながら、グループ内にはその使用方法を覚えている者がおり、互いに教えあうことでグループ内の知識の共有が活発に行われていた。また、電圧計の+極をどっちの金属につなげれば良いかということも同時に考えなければならなかったため、電池の正極負極の考え方も合わせて復習することとなった。グループ内には電圧計の針が逆に振れることで、電流が流れる方向が逆＝正極負極が逆に接続されているなどといったことに気づいたグループもあり、体系的に電池の仕組みについての理解もできたのではないかと考えた。このように、様々な議論がグループ内で交わされ、目標を達成しようと、生徒が実験にのめり

込んでいる姿を幾度となく見ることができた（写真2、写真3）。

また、アンケート項目の「自分で考えたことを書いたり、他の人に伝えたりして表現する力がつきましたか。」について、80%の生徒が肯定的回答をした。さらに、「今回の授業を通して身についた力」の項目の中で、「コミュニケーション能力」にチェックをした生徒は69%となった。これらの結果から、今回の実践が、生徒の表現力やコミュニケーション能力の育成に有効であると考えた。



写真2. 実験風景1



写真3. 実験風景2

② 思考力・判断力の育成

実験を行った10グループ中、6グループで、教科書（既習事項）と矛盾する実験結果となった。その際に、グループのメンバーと顔を見合わせ、実験結果が間違っていたと考え、実験をやり直す班、アルミホイルは純粋なアルミニウムではないと考え、手持ちの1円玉を用いて再度実験行う班、表面が酸化していて反応がうまく行われなかったと予想し、表面をヤスリで削る班など、試行錯誤しながらその”事実”が起きた理由の解明をしようとする姿を随所に見ることができた。

逆に、いわゆる勉学ができるグループでは、どうせ結果は教科書と同じであろうと判断し、実験の結果を教科書のまま書き写すことを行い、失敗するという出来事もあった。この実験を通して、目の前にある事実（実験結果）を基に科学的に深く考え、判断し、答えを出すということが重要であることを伝えることができた。

また、アンケート項目の「化学現象について、自ら考える力がつきましたか。」と「状況を判断し、何をすべきかを考える力がつきましたか。」について、83%の生徒が肯定的回答をした。さらに、「今回の授業を通して身についた力」の項目の中で、「自ら考える力」にチェックをした生徒は76%と、項目内で最も多くなった。これらの結果から、今回の実践が、生徒の思考力・判断力の育成に有効であると考えた。

③ 思考力・判断力・表現力の育成

実験Ⅱについては、全グループが実験結果を基に、未知の金属3種類を陽イオン化列に組み込むことができた。このように生徒は、既習事項を基に新たな見識を作り出していくことができた。実験Ⅱの結果からも、この取組みは思考力・判断力・表現力の育成に有効であると考えた。

④ その他

アンケート項目の「今回の授業は楽しかったですか」に対する肯定的な回答は90%となった。次いで、「今回のような授業をまたやりたいと思いますか」に対する肯定的な回答も85%と多かった。さらに、「興味・関心」の項目全体でいえば、平均で8割程度の肯定的な回答となり、実験主体の授業に対しては生徒の意欲が大変高いことが伺えた。

表4. 授業アンケート(化学) 集計結果

設問	①	②	③	④	⑤	⑥	⑧	⑨
肯定的	83%	76%	83%	83%	80%	58%	90%	85%
否定的	17%	24%	17%	17%	20%	43%	10%	15%

一方で、「今回の授業を通して身についた力」の「得点力」や「活用力」といった項目に関しては、ほぼ0人と、知識・理解につながる部分は今回の授業では評価することができないという結果も出てきた。

また、実験Ⅱにおいても、測定方法の誤りで元々のデータがうまく取れない班も多く、イオン化列の順番が合っていた割合は、全体の30%であった。この結果から、既習事項を基に思考することはできていたが、観察実験の技能に関して言えば、改善の余地があると言える。

5. 研究のまとめと今後の課題

このように、アクティブ・ラーニング型で生徒主体の授業展開は、生徒の思考力・判断力・表現力の育成に大きく役立つことが分かった。また、興味・関心も強く引くことができるため、生徒の動機面で、より意志のある学習につなげることが可能となる。その結果、意欲と行動とが”乖離”している状態が緩和する効果も期待でき、理科離れを改善できるのではないかと考える。

反面、ある程度の実験技能を生徒が有していなければ、適切なデータを取ることができず、このような自由度の高い実験に臨むことは難しいとも考える。どこまでを教員側が指示をし、どこまでを生徒側が判断するか、その線引きがすなわち実験の評価規準になると考えられる。本校生徒の中にも、もともとある程度の思考力・判断力・表現力がある生徒もいるが、そこまで力が届かずに実験が成功しない生徒もいるため、どこまでを生徒に求めて良いかを、生徒の反応から考えた上で難易度(評価規準)の設定を行う必要がある。

また、1時間の授業で「興味・関心」から「知識・理解」までの全ての観点で評価を行うにはどうしても時間が足りないため、最初から1時間で全て完結するような授業計画でなく、2～3時間を見通した授業計画を作り、観点を精選した上での評価をしていきたい。

今年度は、アクティブ・ラーニングの研究指定校となって3年目の集大成の年となる。今年度は、実験を通して学んだ力を、「知識・理解」という観点でも評価する予定である。また、実験を行っていない他クラスとの結果に有意差があるか見て、知識・理解に対しても有用なアクティブ・ラーニング型授業の在り方を研究していきたい。

6. 参考文献

- (1) 文部科学省 「PISA 調査と TIMSS 調査の概要」
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/gakuryoku/siryu/05122201/014/001.htm
- (2) 国立教育政策研究所 「OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA) 《2000～2015 年調査国際結果の要約》」
- (3) 高等学校学習指導要領 (平成 30 年 3 月公示)