

同一実験を繰り返すことによる結果や考察の変化

岐阜北高等学校

1 研究のねらい

化学の学習において、実験は知識を具体化し、現象を自ら確かめる重要な学習活動である。しかし、生徒はしばしば「実験＝楽しい作業」と捉え、操作をこなすことが目的化してしまう。私は、実験を単なる作業で終わらせず、「なぜこの操作を行うのか」「結果は何を意味するのか」を自ら問い、考える姿勢を育てることが科学教育の核心であると考えている。生徒が科学的に考えるためには、単に知識を与えるだけでは不十分である。経験 → 振り返り → 改善 → 再挑戦という学びのサイクルを経験することで初めて「科学的に考える」ことが実感をもって身につく。

そこで、同じ実験を繰り返すことで実験に対する生徒の意識が変わるのか、実験結果が変わるのかを検証した。

2 実践した内容

今回実践したのは化学基礎「中和滴定」の実験である。滴定は、操作の丁寧さが結果に直結する実験である。だからこそ、滴下速度、終点判断、器具の準備といった細かな操作の違いが、結果の精度にどのように影響するかを体験的に理解できると考え、題材を設定した。

3 実践中および実践後の生徒の変容

全く同じ実験を繰り返すため、同じ実験をするのかとつまらなさそうにする生徒がいた一方で、理論値に近い値を出すことを目指して集中して取り組む姿があった。すでに実験に見通しを持っていたことから、実験時間が短縮され、考察により多くの時間を費やすことができる生徒が多かった。3回の滴定の平均値を使用するが、操作ごとのばらつきが少なく、滴定終了の色も安定して薄いピンク色となっていたことから、より信頼性の高い結果が得られたと感じる生徒が多く見られた。

以下に、2回目の実験後の、生徒の実験書の感想を示す。滴下量を記入後に1滴追加して大きく色が変わったことから、実験操作の正確性を確かめる生徒や、実験操作が正確にできていたことから、実験に用いた試薬に原因がなかったかを考察しており、1度の実験ではできなかった深い考察が見られた。

感想・疑問・自己評価

前回は1度失敗しておりそれが含まれており、今日ほど精密に操作もできていなかったため、少ない回数で偶然近い数値になったか、今日のほうが3回とも同じ色で滴定を行うことができた。また1滴づつは濃いピンクになったので正確にできていたと思う。

感想・疑問・自己評価

1回目はピペットで失敗したところがあったりしましたが、今日は失敗も無く、滴下量も3回でほとんど同じだったため、より結果の信頼度を高くすることができたと思います。

感想・疑問・自己評価

前回のほうが丁寧に実験したけれど、4.2%に近くことはできませんでした。NaOHの濃度や、食塩の濃度が関係していると思います。前回の実験(NaOH)のときと別日にやっているのだから、状況も変わりました。

図1 生徒の実験書の記述

4 研究のまとめ

2度実験を繰り返すことで、多くの班が理論値に近づいた。定量実験では、その数値が同様に確からしいか、再現性が取れるかが求められる。その点では正確な実験を行うための技能が習得できたことが成果である。さらに、生徒の考察から、実験操作や滴定の原理、中和の量的関係に関する理解が深まった。授業進度の都合上、全ての実験を複数回行うことはできないが、滴定実験のように操作の習熟が実験結果や実験の理解に与える影響が大きい実験については、複数回実施することで、知識が定着するとともに科学的に考える機会となると考えられる。今後は、授業進度を考えながら、同じく中和滴定を繰り返すか、酸化還元滴定の実験を行い、操作の技術向上を目指したい。

5 実践した授業の単元計画と学習指導案

教科	理科	科目	化学基礎	指導者		
指導クラス						
クラス観						
実践日時	令和7年10月第2週			使用教室		
教科書	化学基礎(実教出版)			使用教材	「化学基礎の実験」	
単元名	酸と塩基					
単元の目標	<p>(1) 酸・塩基の性質と中和反応に関与する物質の量的関係を理解し、実験を通して定量的関係や表現力を身につけること。</p> <p>(2) 観察や実験で得たデータから規則性を発見し、関係性を論理的に表現する力を養う。</p> <p>(3) 見通しをもって観察・実験に関わり、探究活動を進めようとする姿勢を養う。</p>					
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	
	酸・塩基の性質や中和反応を理解し、pH、水素イオン濃度との関係、中和滴定などの基本概念を把握していること。実験操作や観察、実験記録、滴定操作など、科学的探究に必要な基本技能を身につけていること。		実験結果をもとに物質変化の規則性や関係性を発見し、説明・考察・表現できること。酸・塩基や中和反応の量的関係について、自分で考え、論理的に表現できること。		単元学習に主体的に関わり、見通しをもって活動し、学習の過程を振り返るなど、科学的探究を意欲的に進めようとする態度を示すこと。	
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	酸と塩基の定義 ・酸と塩基の定義を理解する。		知		酸と塩基の定義を理解している。
	2	酸と塩基の価数と強弱 ・酸や塩基を価数や強弱で分類する。 ・電離度を用いて水素イオン濃度や水酸化物イオン濃度を求める。		思		価数と強弱による分類とともに電離度の計算ができる。
	3	水素イオン濃度と pH ・水素イオン濃度と pH の関係性を理解する。		知		pH を計算により求めることができる。
	4	中和と塩の水溶液の性質 ・中和について理解し、化学反応式で表現する。 ・塩の水溶液の性質を酸と塩基の強弱と関連付けて見いだす。		思	○	塩の水溶液の性質を、酸と塩基の強弱をと関連付けて見いだしている。[記述分析]
	5	中和の量的関係 ・中和の量的関係を用いて、未知の酸・塩基の濃度を求める。		思		未知の酸・塩基の濃度や体積を計算により求めることができる。
	6	中和滴定曲線 ・滴定曲線の特徴について理解する。		知		滴定曲線が酸と塩基の強弱により変化することを理解している。

	7	中和滴定 実験① 1回目 ・食酢中の酢酸濃度を求めるため、中和滴定の実験を行う。	知	○	実験器具を正しく用いて実験ができる。〔記述分析〕
	8	中和滴定 実験② 1回目 ・前時の結果から、食酢中の酢酸の濃度を求める。	思	○	実験結果を用いて食酢中の酢酸の濃度を正しく求めている。〔記述分析〕
	9	中和滴定 実験① 2回目 ・1回目の実験を踏まえて、より良い結果が得られるよう実験方法を改善する。	態	○	実験の経験を踏まえて、より精度の高い結果が得られるよう工夫・改善しようとしている。〔記述分析〕
	10	中和滴定 実験② 2回目 ・1回目と2回目の実験を比較し、差異の原因を考察する。	思	○	1回目と比較して、差異の原因を考察している。〔記述分析〕

本時の主題	結果の比較による誤差の要因を考察する。		本時の位置	10/10
本時の目標	1回目と2回目の実験結果を比較し、分析して評価する。			
評価の観点	【思考・判断・表現】 1回目と2回目の実験結果を比較し、誤差の要因や結果の精度について根拠をもって考察し、まとめることができる。			
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的評価規準	評価方法	
導入 10分	・1回目の実験結果を振り返り、課題を共有する。 ・課題に基づき改善計画を作成する。			
展開① 20分	・改善計画に基づいて滴定操作を行い、酢酸濃度を計算する。			
展開② 15分	・1回目と2回目の結果を比較し、考察する。 ・誤差要因を整理し、レポートにまとめる。	【思考・判断・表現】 実験書の考察の記入により評価	実験書の記述により評価	
まとめ 5分	・班の結果と、値の評価について交流する。 ・自己評価と感想を記入する。			

【（評価の観点を記載する）】
なお、以下の判断基準表を基にして評価する。

評価A	実験を行うにあたっての注意事項に留意して、考察に必要な結果を得ることができるとともに、得られた結果について実験1回目と比較して考察することができる。
評価B	実験を行うにあたっての注意事項に留意して、考察に必要な結果を得ることができる。
評価C	実験内容について理解が不十分で、安全に実験が行えなかったり、十分な結果が得られなかったりする。