

無機物質における探究活動の実践

— 塩の推定 —

北海道立教育研究所附属理科教育センター 林 昭宏

[キーワード] 塩 金属イオンの検出 錯イオン マイクロスケール



1 はじめに

高等学校における無機物質の指導について、平成30年に告示された学習指導要領の解説では、「思考力、判断力、表現力等を育成するに当たっては、無機物質の性質について、観察、実験などを通して探究し、典型元素、遷移元素の性質における規則性や関係性を見いだして表現させることが大切である。」とされている¹⁾。これを踏まえ、市販の問題集に掲載されている実験を参考に²⁾、生徒一人一人がじっくりと取り組めるようマイクロスケール化し、探究の過程を重視した教材の検討を行ったので報告する。

2 材料

0.2mol/L硫酸アンモニウム水溶液、0.2mol/L炭酸ナトリウム水溶液、0.2mol/L硝酸アルミニウム水溶液、0.2mol/L臭化カリウム水溶液、0.2mol/L硝酸亜鉛水溶液、0.2mol/L塩化バリウム水溶液、0.1mol/L硝酸銀水溶液、1mol/L硫酸、1mol/Lアンモニア水、6mol/Lアンモニア水、1mol/L水酸化ナトリウム水溶液、6mol/L水酸化ナトリウム水溶液、48ウェルセルプレート、点眼びん、万能試験紙

3 方法

(1) 0.2mol/L硫酸アンモニウム水溶

液、0.2mol/L炭酸ナトリウム水溶液、0.2mol/L硝酸アルミニウム水溶液、0.2mol/L臭化カリウム水溶液、0.2mol/L硝酸亜鉛水溶液、0.2mol/L塩化バリウム水溶液を未知試料とし、それぞれ点眼びんに入れ、A～Fのラベルを張る。
 (2) 方法(1)以外の水溶液をそれぞれ点眼びんに入れ、ラベルを貼る。
 (3) 一人につき1枚ずつセルプレートに配付し、図1のように、セルプレートの横の列のウェルに3滴ずつ未知試料A～Fの水溶液を入れる。

(4) 図1に示した箇所にも万能試験紙を入れ、液性を確認する。
 (5) 0.1mol/L硝酸銀水溶液、0.2mol/L塩化バリウム水溶液、1mol/L硫酸、1mol/Lアンモニア水、6mol/Lアンモニア水、1mol/L水酸化ナトリウム水溶液、6mol/L水酸化ナトリウム水溶液を図1に記した滴数だけ加え、反応させる。
 (6) 黒い紙の上に置いて、沈殿や気体の発生を観察する。
 (7) 既習事項からどのような反応が起こったかを考え、未知試料A～Fを推定する。

		万能試験紙		0.1mol/L	0.2mol/L	1mol/L	1mol/L	6mol/L	1mol/L	6mol/L
		AgNO ₃		BaCl ₂	H ₂ SO ₄	NH ₃	NH ₃	NaOH	NaOH	
		少量	少量	少量	少量	過剰	少量	過剰		
0.2mol/L		1滴	1滴	1滴	1滴	2滴	1滴	2滴		
A	3滴	1	2	3	4	5	6	7	8	
B	3滴	9	10	11	12	13	14	15	16	
C	3滴	17	18	19	20	21	22	23	24	
D	3滴	25	26	27	28	29	30	31	32	
E	3滴	33	34	35	36	37	38	39	40	
F	3滴	41	42	43	44	45	46	47	48	

図1 各水溶液の反応のさせ方

4 生徒に指導するポイント

- ・炭酸ナトリウム水溶液が塩基性を示すのは、塩を構成するイオンと水との反応（加水分解）による。
- ・気体の発生が見られるのは、弱酸・弱塩基の遊離による。
- ・過剰の塩基により沈殿が消失するのは、錯イオンの生成による。

5 研修講座での実践

当センターで実施した『科学的に探究する力を育む「物理」「化学」「生物」「地学」研修【高等学校】』化学領域において行った。

講座では、はじめにセルプレートを模したワークシートを配布し、各セルで起こる反応を予想してから実験した。また、自校の生徒に対し、どのように授業を展開するかについて検討し、協議した（図2, 3）。先生方からは、「探究的な学びとして、いろいろアレンジして実践したい。」といった声が聞こえた。

0.2mol/L	A	万能 試験紙		0.1mol/L	0.2mol/L	1mol/L	1mol/L	0.1mol/L	1mol/L	0.1mol/L	0.1mol/L
		Az(NO ₃)	BaCl ₂	H ₂ SO ₄	NH ₃	NH ₄	NaOH	K ₂ CO ₃			
		少量	少量	少量	少量	少量	過剰	少量	過剰	少量	過剰
		1滴	1滴	1滴	1滴	1滴	2滴	1滴	2滴	1滴	2滴
	A	3滴	1	2	3	4	5	6	7	8	
	B	3滴	9	10	11	12	13	14	15	16	
	C	3滴	17	18	19	20	21	22	23	24	
	D	3滴	25	26	27	28	29	30	31	32	
	E	3滴	33	34	35	36	37	38	39	40	
	F	3滴	41	42	43	44	45	46	47	48	

図2 ワークシート（抜粋）



図3 研修講座の様子

6 授業での実践例

高等学校における、探究的な学習の例を紹介する。

課題の例

- ① 点眼びんからの滴下数を指示のとおりとし（図1）、班員で協力して、未知試料A～Fを最小の手順で同定せよ。
- ② 各班の予想、実験操作、実験結果、考察（判断の根拠）をレポートにまとめよ。

本実践では、仮説の設定及び検証計画の立案を行い、見通しをもった上で実験に取り組ませている。また、学習指導要領解説には、「話し合い、レポートの作成、発表を適宜行わせることも大切である。」と示されており¹⁾、これらを踏まえた上で課題が設定されている。

図4は、ある班が考えた予想（検証計画）である。他の班も、概ね12～15手の予想を立てた。なお、図4に示した班は塩を2つ同定できなかったが、レポートでは具体的な改善策が述べられており、振り返りがしっかりとなされていた。

【予想】※酸性をA、塩基性をB、中性をNとする。

- ・硫酸アンモニウム(A)→BaCl₂を加えると白色沈殿が生じる。
- ・炭酸ナトリウム(B)→Na⁺…沈殿はできない。
- ・硝酸アルミニウム(A)→Al³⁺…アンモニア水を少量加えると白色沈殿が生じる。さらに、過剰に加えても白色沈殿は溶けない。
- ・臭化カリウム(N)→K⁺, Br²⁻
- ・硝酸亜鉛(A)→Zn²⁺…アンモニア水を少量加えると白色沈殿が生じる。さらに、過剰に加えると無色になり、錯イオンをつくる。
- ・塩化バリウム(A)→(N)→Ba²⁺…AgNO₃を加えると白色沈殿が生じる。

- ① 万能 pH 試験紙を使用し、(A)(B)(N)の判別をする。(6手)
- ② A の水溶液 4 つにアンモニア水を少量加える。(4手)
- ③ 白色沈殿が生じた 2 つの水溶液のうち、どちらか一方にアンモニア水を過剰に加える。(1手)
- ④ 残りの A の水溶液 2 つのうち、どちらか一方に BaCl₂を加える。(1手)

(計 12手)

図4 生徒が考えた予想（レポートの抜粋）

また、生徒からは、「実験で実際に手を動かして、目で観察して理解することが大切だと感じた。」「的確な予想をすることが、正確な結果を得ることにつながると実感した。」といった声が聞かれた。

7 おわりに

本研究で検討した教材により、理科における資質・能力を育む一助となることを期待するとともに、当センターの「化学実験教材パック」に加えたいと考えている。

また、本教材を授業で実践いただいた北海道函館中部高等学校 山形 慶教諭に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 文部科学省 高等学校学習指導要領解説理科編理数編 2018
- 2) 数研出版編集部 思考力・判断力・表現力を問う化学考察問題集 p.37 数研出版 2018

(はやし あきひろ 化学研究班)