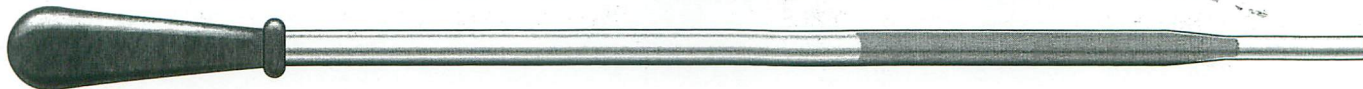


## ルシャトリエの法則を視覚的にとらえるいくつかの スモールスケール実験

Some Small Scale Experiments Visualizing the Le Chatelier's Principle



### 1 はじめに

私たちは、高校化学指導要領の範囲のテーマをとりあげて、スモールスケールの生徒実験を開発している<sup>1-6)</sup>。

本報では、化学IIの「ルシャトリエの法則」についてセルプレートを用いた実験をとりあげる。適切な試薬濃度と量について検討してマニュアルを開発し、実際の授業で実践したいくつかの例について報告する。

これらの実験は平成6年度に宮城県仙台南高等学校において2年生の授業で実施したのをはじめ、スモールスケール試行実験でも、いくつかの高校に実験キットを配布して行った<sup>3)</sup>。

本報告の実験に使用するのは共通して次のようなものである。

**実験器具：**12-ウェルセルプレート<sup>4)</sup>、スポイトびん、プラスチック小さじ（ファーストフードで使用されているコーヒー等のかき混ぜ用の幅6mm程度の細いもの、以下小さじと略称）、固体試薬容器（容量数mlのサンプル管

あるいはフィルムケース）。

**ワークシート：**実験操作をわかりやすく記した実験の型紙と記録用紙を兼ねた生徒用ワークシート。

### 2 鉄(III)イオンとチオシアン酸イオンの錯体生成平衡

**試薬：** $2.5 \times 10^{-3}$  mol/l  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ , 0.1 mol/l  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ , 0.1 mol/l  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $5 \times 10^{-3}$  mol/l  $\text{KSCN}$ , 0.5 mol/l  $\text{KSCN}$ , NaCl 結晶

**実験操作と結果：**図1のような生徒用ワークシートの指定された位置にプレートを乗せ、シートの指示に従い指定された5箇所（シートでaとあるところ）のウェルに $2.5 \times 10^{-3}$  mol/l  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ,  $5 \times 10^{-3}$  mol/l  $\text{KSCN}$  をそれぞれ10滴とる。プレートを揺すってかき混ぜ、



の平衡<sup>7)</sup>をつくる。このうちの4カ所に試薬を加え、プレートを揺すってかき混ぜる。食塩結晶は小さじで加え、小さじでかき混ぜる。変化を調べる際、試薬を加えなかったA列の(a)の色と比べ、平衡がどのように移動したかを

**ルシャトリエの法則： 錯イオンの生成平衡**

$$\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- \rightleftharpoons [\text{FeNCS}]^{2+} \quad \dots \text{a}$$

	C列	B列	A列
0.1 mol/l $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 1 滴		a	
0.5 mol/l $\text{KSCN}$ 1 滴		a	
0.1 mol/l $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ 1 滴		a	a
NaCl結晶 小さじ1		a	

1. プレートのaの印の5個のウェルに  $2.5 \times 10^{-3}$  mol/l  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  10滴,  $5 \times 10^{-3}$  mol/l  $\text{KSCN}$  10滴をとり, a式の平衡をつくる。
2. 表の左端の試薬の色をC列に記入する。
3. 上の試薬をB列の各ウェルに加え, 揺すって混ぜる。
4. A列の a の色と比べ, 結果を記録する。

**考察・感想**

図1 錯イオンの生成平衡の実験のワークシートの例。

考察させる。0.1 mol/l Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, 0.5 mol/l KSCN を添加したウェルでは赤みが濃くなり, 0.1 mol/l NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> および NaCl 結晶を加えたときは赤みが薄くなる。リン酸イオンや塩化物イオンが Fe<sup>3+</sup> イオンと錯体をつくるために Fe<sup>3+</sup> が減少し, (a)の平衡が左辺に移動するからである。

### 3 弱酸あるいは弱塩基の電離平衡と移動

試薬は図2のワークシートに記載されている。

実験操作と結果：アンモニア水の電離平衡,



に対するアンモニウム塩の影響を図2のワークシートを用いて調べさせる。ユニバーサル pH 試験紙 (あるいは万能指示薬), フェノールフタレインによる呈色の程度を比較する。アンモニウム塩を加えると指示薬の色が酸性側に変わるので, 平衡が左に移動したことがわかる。同様に酢酸の電離平衡に対する酢酸ナトリウム等の影響を, ユニバーサル pH 試験紙やメチルオレンジの呈色で調べることがで

**ルシャトリエの法則：弱塩基の電離平衡**

$$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$$

	C列	B列	A列
アンモニア水と指示薬のみ			
NH <sub>4</sub> Cl 結晶 小さじ1			
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 結晶 小さじ1			
NaCl 結晶 小さじ1			

1. プレートのC列の4個のウェルに 0.1 mol/lアンモニア水 10滴, フェノールフタレイン指示薬 1滴をとる。
2. 表の左端の試薬をC列に加え, 揺すって混ぜる。溶液の色の変化を一番上のウェルの色と比較し, 結果を記入する。
3. プレートのB列の4個のウェルに 0.1 mol/lアンモニア水 10滴をとる。表の左端の試薬をB列の各ウェルに加え揺すって混ぜる。
4. 各ウェルのpHをユニバーサルpH試験紙 (あるいは万能指示薬) で調べ, 結果を記録する。

考察・感想

図2 電離平衡の実験のワークシートの例。

**ルシャトリエの法則：溶解平衡**

$$\text{NaCl (s)} \rightleftharpoons \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$$

	C列	B列	A列
CuCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O 結晶 小さじ 1			
CoCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O 結晶 小さじ 1			
NiCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O 結晶 小さじ 1			

1. プレートのC列の3個のウェルにそれぞれ 飽和食塩水 1mlをとる。
2. 表の左端の試薬を各ウェルに加え, 小さじで混ぜる。
3. 観察された結果を記録する。

考察・感想

図3 溶解平衡の実験のワークシートの例。