

ルシャトリエの原理に関するマイクロスケール実験 (2)

授業実践

なかざわ かつゆき¹、なかがわ てつお²
○中澤 克行¹、中川 徹夫²

兵庫県立神戸高等学校¹、神戸女学院大学人間科学部²

【キーワード】 マイクロスケール実験、ルシャトリエの原理、電離平衡、溶解平衡、授業実践

1 はじめに

本校は、文部科学省からスーパーサイエンスハイスクール（SSH）に指定されており、理数系人材育成カリキュラムの開発とその実践による教育効果の検証に取り組んでいる。また、科学技術人材育成重点枠に採択されており、地域において高大産連携による人材育成の中核拠点としての取り組みも行っている。

このSSHの校内における取り組みの一つとして、外部講師を招いてSSH特別講義を年間5回程実施している。昨年度6月28日、共同研究者である神戸学院大学の中川が、本校総合理学科1年生を対象として、「マイクロスケール実験により、ルシャトリエの原理を学ぼう」の題目で講義を実施した。実践報告については、既に報告している¹⁾。

これをきっかけに本校教員が、3年生、2年生の授業にて「ルシャトリエの原理」のマイクロスケール実験を実施した。これらの授業実践を報告する。

2 授業実践の記録

2-1 授業の概要

実験内容；「ルシャトリエの原理」

実験資料；開発者である中川が作成した実験シートを印刷し、生徒に配付した。

対象；普通科第二学年理系クラス 39名

教室；化学実験室（科学館3階）

日時；2014年3月5日（水）1校時

使用教科書；竹内敬人 他、「化学」、東京書籍

第3編「化学反応の速さと平衡」の学習直後に本実験を実施した。

生徒実験は普通、4名1班でさせているが、マイクロスケールのメリットを生かして、生徒ひとり一人に実験をさせることにした。

2-2 授業内容

(1) 実験指導の方法

実験授業の指導方法には、始めにすべての内容を説明して、その後生徒にさせるタイプと、実験

の要素毎に説明して、一つ一つ確認しながら生徒に実験をさせるタイプがある。今回は、後者の方法で実施した。説明は図2のスライドを投影して説明し、生徒に結果を予想させ、発表をさせてから、実際に実験をして確認させていった。

(2) 実験セット

図1のセットを準備し、実施した。



図1 生徒が使用した実験セット

3 アンケート結果と考察

3-1 生徒アンケート集計結果（抜粋）

Q1 これまでにマイクロスケール実験という言葉を知っていましたか。 A はい5%、いいえ92%

Q2 今回のマイクロスケール実験はどうでしたか。 A とても楽しかった41%、楽しかった54%

Q3 今回の実験の内容は理解できましたか。

A よく理解できた51%、大体理解できた44%、半分程度理解できた5%

Q4 今回の実験の操作はどうでしたか。

A 大変簡単だった54%、簡単だった39%、普通7%、難しかった0%

Q5 マイクロスケール実験を高校化学の授業に取り入れることに対して。

A 是非して欲しい54%、取り入れて欲しい44%、何とも言えない3%、取り入れて欲しくない0%

【考察】楽しく、非常によく理解でき、難しい操作はなく、このような実験をもっと取り入れて欲しいと大半の生徒が答えている。これらの結果から、教育的効果の高い教材だといえる。

マイクロスケール実験で
ルシャトリエの原理
平衡移動の原理
を確かめてみよう

1

ルシャトリエの原理とは、

可逆反応が平衡状態にあるとき、濃度、
圧力、温度などの条件を変化させると、
その変化による影響を打ち消す方向に
平衡が移動し、新しい平衡状態になる

2

酢酸の電離平衡

$$\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$$

右へ移動すると → [H⁺]が増加 → メチルオレンジ 赤色
左へ移動すると → [H⁺]が減少 → メチルオレンジ 黄色

★実験で
赤色になれば → 右へ移動した
黄色になれば → 左へ移動した

3

酢酸の電離平衡

$$\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$$

CH₃COONaを加えると → [CH₃COO⁻]が増加
→ 左へ移動 → 黄色

CH₃COOKを加えると → [CH₃COO⁻]が増加
→ 左へ移動 → 黄色

NaClを加えると → [CH₃COO⁻]も[H⁺]も変化
→ 平衡は移動しない → 色の変化なし

4

アンモニアの電離平衡

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

右へ移動すると → [OH⁻]が増加 → フェノールフタレイン 赤色
左へ移動すると → [OH⁻]が減少 → フェノールフタレイン 無色

★実験で
赤色になれば → 右へ移動した
無色になれば → 左へ移動した

5

アンモニアの電離平衡

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

NH₄Clを加えると → [NH₄⁺]が増加
→ 左へ移動 → 無色に
(NH₄)₂SO₄を加えると → [NH₄⁺]が増加
→ 左へ移動 → 無色に
NaClを加えると → [NH₄⁺]も[OH⁻]も変化なし
→ 平衡は移動しない → 色の変化なし

6

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

右へ移動すると → 溶解度が増加 → 変化なし
左へ移動すると → 溶解度が減少 → 結晶析出

★実験で
変化なければ → 右へ移動したor移動していない
結晶が析出すれば → 左へ移動した

7


塩化ナトリウムの溶解平衡

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

HClを加えると → [Cl⁻]が増加
→ 左へ移動 → 結晶析出
NaOHを加えると → [Na⁺]が増加
→ 左へ移動 → 結晶析出
(NH₄)₂SO₄を加えると → [Na⁺]も[Cl⁻]も変化なし
→ 平衡は移動しない → 変化なし

8

実験プリントに結果を整理しよう



9

図2 授業で使用したスライド

3-2 受講生との感想 (抜粋)

- ・現象を実際に見られて楽しかった。
- ・操作が本当に簡単で、明瞭に結果がでてとても実験がしやすかった。
- ・簡単な作業で平衡の仕組みがとてもよく理解できた。素晴らしい実験だと思った。
- ・分かりやすい説明で、変化がはっきりであるのでよかった。
- ・短時間でたくさんの実験ができて良いと思った。
- ・3つ目の実験(飽和水溶液の溶解平衡)は、変化が見にくかった。
- ・有色と無色透明の試料が隣り合っていると、薄く着色しているように見えたので少しわかりにくい可能性もあると思う。

[考察] ほぼすべての生徒がよく理解出来たと記述している。理解度も深く、生徒の満足度は、他の実験と比較にならないくらい高い。印象に残る優れた実験だったといえる。

3-3 実習教員の意見

- ・試薬の種類が多いので、瓶の本体とキャップにカラーテープを貼っておいた。そのためか、間違える生徒はいなかった。
- ・試薬の種類と瓶の数が多く、準備と片付け(洗物)に時間がかかった。

- ・CH₃COOKは、潮解性があるのかしっとりした感じで口の小さい瓶に入れにくかった。
- ・当日の机上の準備は、すべてバット1つに入れたので並べるだけで時間がかからなかった。
- ・廃液が少なく処理が楽だった。
- ・実験後、小瓶をバットに収納して省スペースで保管出来るので、とてもよいと感じた。
- ・濃HCl入りのポリ滴瓶が数ヶ月で黄変していた。

4 おわりに

今回実施した「ルシャトリエの原理」のマイクロスケール実験は、教育効果の非常に高く、コストもかからず、手軽にどの学校でもできる優れた実験であることが実証できた。

今後、これを緩衝液の実験に拡張することを現在検討している。このようにマイクロスケール実験はさらに多くの学校に広がることで、日本の化学教育が深化することを期待している。

[謝辞] 実験の準備と片付けを担当し、意見を寄せたいいただいた本校の小田あすか実習教員に感謝を申し上げます。

[参考文献]

- 1) 中川徹夫, 中澤克行, 日本化学会第94春季年会講演予稿集II, 3D1-01, 233頁, 2014年