

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

○ 兵庫県立神戸高等学校 中澤克行  
神戸女学院大学人間科学部 中川徹夫

神戸高校での授業

- 普通科 40名 × 8クラス(文系3、理系5)
- 総合理学科 40名 × 1クラス  
(理数科)

スーパーサイエンスハイスクール指定校  
その主対象は、総合理学科と自然科学研究会  
(部活動)部員

教育課程

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
普通科	1年	英語	英語	数学	数学	数学	物理	化学	生物	地学	総合	体育	芸術
	2年	英語	英語	数学	数学	物理	化学	生物	地学	総合	体育	芸術	情報
	3年	英語	英語	数学	数学	物理	化学	生物	地学	総合	体育	芸術	情報
	4年	英語	英語	数学	数学	物理	化学	生物	地学	総合	体育	芸術	情報
総合理学科	1年	英語	英語	数学	数学	物理	化学	生物	地学	総合	体育	芸術	情報
	2年	英語	英語	数学	数学	物理	化学	生物	地学	総合	体育	芸術	情報
	3年	英語	英語	数学	数学	物理	化学	生物	地学	総合	体育	芸術	情報
	4年	英語	英語	数学	数学	物理	化学	生物	地学	総合	体育	芸術	情報

サイエンス入門(総合理学科1年)

課題研究への接続をねらいとして、

- 基本的な実験操作の習得  
物理・化学・生物各分野の基本的な実験実習  
特に、定量化する実験
- レポート作成、発表の技術などを学ぶ  
研究の進め方、発表の仕方、質問・議論の力など  
コミュニケーション力
- 将来の進路ややりたいことを具体化  
校外学習、特別講義

ルシャトリエの原理に関する  
マイクロスケール実験を  
化学平衡の学習前に  
実施してみた

総合理学科 1年 サイエンス入門

SSH特別講義(2013年度第1回)

「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」  
講師：中川 徹夫 先生

目的：サイエンス入門の二学期に行う授業内容に関連があるので、その内容理解がより深くなるようにするため。  
また、新しい方法等の開発等において、環境に負荷をかけず、コストを下げ、省資源につながる「マイクロスケール実験」という考え方と実際を体験により身につけることをねらいとする。

日時：6月28日(金) 15:30~17:00  
対象：1年9組40名+普通科希望者3名

## SSH特別講義(2013年度第1回)

内容: 化学平衡は学習していないので、

## 1. 前半 講義

可逆反応と平衡状態、平衡の移動とルシャトリエの原理についての講義をスライドを利用して行った。

## 2. 後半 生徒実験

ルシャトリエの原理を確認するために、マイクロスケール実験を生徒全員に、“一人一実験”で実施した。

ルシャトリエの原理に関する  
マイクロスケール実験を  
化学平衡の学習後に  
実施してみた

普通科 2年 理系クラス

## 普通科2年化学 授業進度

## 1学期

- 物質の構成 化学結合
- 物質の量 化学反応式
- 酸と塩基

## 2学期

- 酸化還元反応 電池・電気分解
- 気体 溶液 結晶構造

## 3学期

- 反応熱
- 化学平衡

## 生徒実験実施内容

- 実験内容: 「ルシャトリエの原理」
- 対象生徒: 普通科第2学年理系クラス 39名
- 教室: 化学実験室
- 日時: 2014年3月5日(水) 1校時
- 形態: **一人一実験**(通常の生徒実験は4名で実施)
- 指導方法: 実験ごとに内容を確認していきながら、進行

## 生徒が使用した実験セット



## 授業で使用したスライド

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

授業で使用したスライド

## 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

授業で使用したスライド

## 酢酸の電離平衡



右へ移動すると → [H<sup>+</sup>]が増加 → メチルオレンジ **赤色**

左へ移動すると → [H<sup>+</sup>]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

授業で使用したスライド

## 酢酸の電離平衡



CH<sub>3</sub>COONaを加えると → [CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>]が増加  
→ 左へ移動 → **黄色**

CH<sub>3</sub>COOKを加えると → [CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>]が増加  
→ 左へ移動 → **黄色**

NaClを加えると → [CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>]も[H<sup>+</sup>]も変化なし  
→ 平衡は移動しない → **色の変化なし**

授業で使用したスライド

## アンモニアの電離平衡



右へ移動すると → [OH<sup>-</sup>]が増加 → フェノールフタレイン **赤色**

左へ移動すると → [OH<sup>-</sup>]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

授業で使用したスライド

## アンモニアの電離平衡



NH<sub>4</sub>Clを加えると → [NH<sub>4</sub><sup>+</sup>]が増加  
→ 左へ移動 → **無色に**

(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>を加えると → [NH<sub>4</sub><sup>+</sup>]が増加  
→ 左へ移動 → **無色に**

NaClを加えると → [NH<sub>4</sub><sup>+</sup>]も[OH<sup>-</sup>]も変化なし  
→ 平衡は移動しない → **色の変化なし**

授業で使用したスライド

## 塩化ナトリウムの溶解平衡



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

授業で使用したスライド

### 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<sup>-</sup>]が増加  
→ 左へ移動 → 結晶析出

NaOH を加えると → [Na<sup>+</sup>]が増加  
→ 左へ移動 → 結晶析出

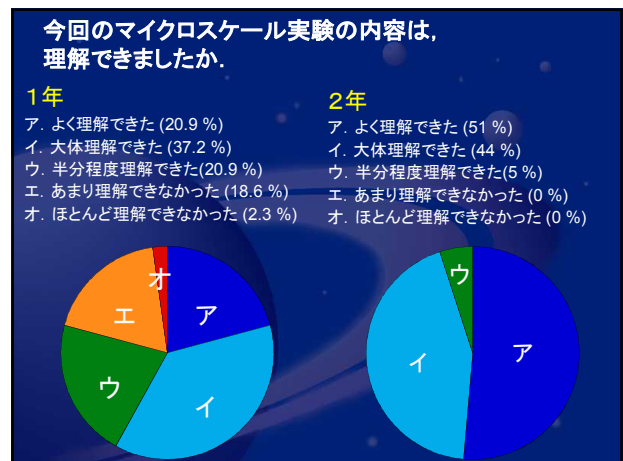
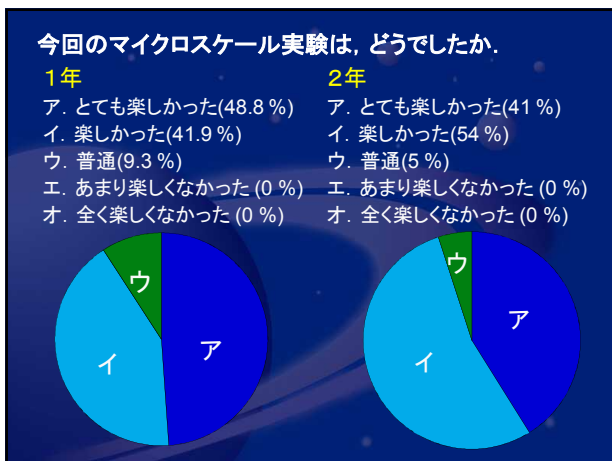
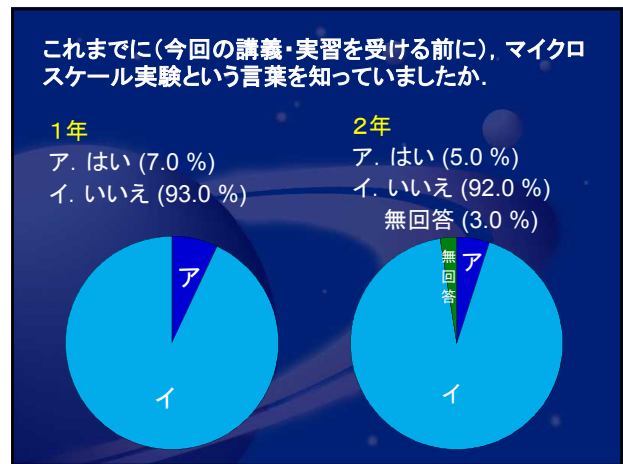
(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> を加えると → [Na<sup>+</sup>]も[Cl<sup>-</sup>]も変化なし  
→ 平衡は移動しない → 変化なし

授業で使用したスライド

### 実験プリントに結果を整理しよう



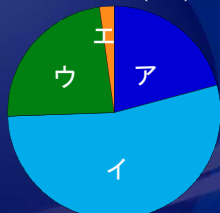
## 授業実施後のアンケート集計



### 今回のマイクロスケール実験の操作は、どうでしたか

#### 1年

ア. たいへん簡単だった (20.9 %)  
 イ. 簡単だった (53.4 %)  
 ウ. 普通 (23.3 %)  
 エ. やや難しかった (2.3 %)  
 オ. 大変難しかった (0 %)



#### 2年

ア. たいへん簡単だった (54 %)  
 イ. 簡単だった (39 %)  
 ウ. 普通 (7 %)  
 エ. やや難しかった (0 %)  
 オ. 大変難しかった (0 %)



### 今回は別の内容でも、機会があればマイクロスケール実験を行いたいですか

#### 1年

ア. 是非行いたい (55.8 %)  
 イ. 行いたい (34.9 %)  
 ウ. 何ともいえない (9.3 %)  
 エ. あまり行いたくない (0 %)  
 オ. 絶対に行いたくない (0 %)



#### 2年

ア. 是非行いたい (44 %)  
 イ. 行いたい (41 %)  
 ウ. 何ともいえない (15 %)  
 エ. あまり行いたくない (0 %)  
 オ. 絶対に行いたくない (0 %)



### 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、どのように思いますか

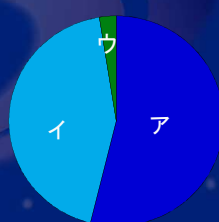
#### 1年

ア. 是非取り入れてほしい (60.5 %)  
 イ. 取り入れてほしい (37.2 %)  
 ウ. 何ともいえない (0 %)  
 エ. あまり取り入れてほしくない (0 %)  
 オ. 絶対に取り入れてほしくない (0 %)  
 無回答 (2.3 %)



#### 2年

ア. 是非取り入れてほしい (54 %)  
 イ. 取り入れてほしい (44 %)  
 ウ. 何ともいえない (3 %)  
 エ. あまり取り入れてほしくない (0 %)  
 オ. 絶対に取り入れてほしくない (0 %)



### 1年生の記述アンケートから(1)

- マイクロスケールというのは始めて知った。
- 可逆反応など興味深い化学反応を知り、もっと様々な反応を調べたいと思った。
- マイクロスケール実験は、廃液を減らせことができ環境に優しいのでとても良い実験のしかただと思った。
- 短い時間でたくさんの実験ができるのでとても便利だ。

### 1年生の記述アンケートから(2)

- 平衡の移動は難しかったが、実際にやることで非常に理解しやすかった。
- 電離平衡について、よく分からないままの実験になってしまった。
- 講義のスピードが速くて、内容が理解しきれなかった。

### 1年生での実施結果まとめ

- 化学平衡の講義を短時間でこなすのは、十分な理解ができない生徒がでて、少々無理があった。
- 実験は、結果が明瞭で出て、生徒は興味深く取り組むと同時に、学習内容の確認ができて、理解の助けになった。

## 2年生の記述アンケートから

- 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。すば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。

## 2年生記述アンケートからの考察

- 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。

## 2年生での実施結果まとめ

- 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。

## 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(洗い物)に時間がかかった。
- $\text{CH}_3\text{COOK}$ 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。

## おわりに

「ルシャトリエの原理」マイクロスケール実験は、

- 教育効果が非常に高く、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拡がることで、日本の化学教育が深化することが期待できる。
- マイクロスケール実験の新教材開発が、強く望まれる。