

マイクロスケール化学実験(MC)を組み込んだ授業開発

—高等学校におけるMCの教育的効果の検証を通して—

教育実践高度化専攻
授業実践リーダーコース
学籍番号 P11019B
氏名 宇治宮 隆文

1. 問題の所在と研究の目的

現任教において、化学Ⅰや化学Ⅱを学習する生徒は理系クラスである。また、その生徒のほとんどは大学進学を目指しており、大学入試に対応できる授業を望んでいる。しかし、現状では、化学の授業に十分な単位数を確保できないため、授業用のワークシートを独自に作成して授業の効率化を図ったり、補習や週末課題で補ったりしている。知識を定着させるためには、実験・観察が有効であると分かっているが、実験の時間がなかなかとれない実態がある。多くの物質を扱う「無機物質」や「有機化合物」の単元でさえ、期末考査後や長期休業中の補習で実験を行っている状態である。

本研究では、高等学校化学Ⅰや化学Ⅱの授業において、短時間で多種類の化学反応を見ることのできるマイクロスケール化学実験(Microscale Chemistry experiment, 以下MC)を組み込んだ授業を計画・実践し、その教育効果の検証を行うことを目的とする。

2. 研究報告書の構成

本報告書は、以下の6章で構成した。

- 1章 問題の所在と研究の目的
- 2章 研究の方法および内容
- 3章 兵庫県内公立高等学校の生徒実験実施状況調査から
- 4章 実践Ⅰ 単元「溶液の性質」
- 5章 実践Ⅱ 単元「典型金属元素」
- 6章 まとめと今後の課題

3. 研究の概要

1章では、日頃の現任教の実践における問題点

や研究の目的などについて述べた。

2章では、本研究の方法やMCの歴史およびその特徴などについて述べ、研究の流れを示した。

3章では、兵庫県内全日制公立高等学校144校の理科(化学)担当教諭を対象に行った「生徒実験等実施状況調査」について述べた。調査の結果、実施している生徒実験のほとんどが授業の内容を確認する「検証実験」であり、探究実験や探究活動はあまり行われていないことが分かった。また、生徒実験を行っているとは回答した高校においても、その実施時間は十分に確保できていない状況も浮き彫りとなった。さらに、実験を行う上での困っていること(自由記述)では、「授業時間が足りない」や「準備や片付けが大変(実習助手が不在も含む)」、「施設・器具・薬品などの物品の不足」などの記述が多く、現任教の抱える問題点と共有できるものも多く含まれており、本研究の意義を確認できた。

4章では、第2学年化学Ⅱの単元「溶液の性質」において、通常実験とMCを1回ずつ組み込んだ全11時間の授業計画を示した(表1)。

表1 「溶液の性質」単元計画

時	授 業 内 容
1	溶解のしくみ【通常実験(20分)】
2	溶解度(講義)
3	溶解度(問題演習)
4	水和水を含む結晶の溶解度(講義)
5	水和水を含む結晶の溶解度(問題演習)
6	気体の溶解度(講義・問題演習)
7	沸点上昇(講義・問題演習)
8	凝固点降下(講義・問題演習)
9	浸透圧(講義・問題演習)
10	コロイド溶液(講義)
11	コロイド溶液【MC(20分)】

実践Ⅰでは、生徒の実態把握が最大の目的であったが、直前に行った質問紙調査によって実験に対する不安感をもった生徒が少なくないことが

判明し、比較的簡易な実験を行うことにした。

実践 I 直後に再度質問紙調査を行った結果から、実験に対する不安感がある程度緩和することができたように感じる(表 2)。

表2 化学に対する意識・実験への取り組み方の調査(4件法)結果の実習前後のt検定(対応あり)

項目	質問内容		実践 I 前	実践 I 後	t検定
4	化学の勉強で、実験をすることが好きだ。	平均	3.24	3.29	t(54)=0.60
		S.D.	0.82	0.76	
8	実験器具の操作は簡単だ。	平均	2.40	2.60	t(54)=2.39*
		S.D.	0.74	0.71	

N=55, *は、 $p<0.05$ である。

また、実践 I 直後に行った 1 学期期末考査(N=55)の平均点は 50.8 点(S.D=17.3)であった。ほぼ同じ問題で考査を行った 3 年前の生徒(N=74)の平均点は 47.3 点(S.D=17.0)と比較しても大きな差は見られない。全く同じ問題ではないため正確な比較はできないが、少なくとも例年並みの知識の定着度を保つことができたのではないかとと思われる。さらに、実践 I から約 2 ヶ月後に実施した遅延テストの結果から、実際に実験によって確認した内容の定着度が、非常に高いことも確認できた。

5 章では、第 2 学年化学 I の単元「典型金属元素」において、通常実験 1 回と MC 2 回を組み込んだ全 11 時間の授業計画を示した(表 3)。

表3 「典型金属元素」単元計画

時	授業内容
1	元素の分類と性質(講義)
2	元素の分類と性質(講義)
3	アルカリ金属・単体(講義・映像)
4	アルカリ金属・化合物(講義)
5	1・2族単体の性質【通常実験】
6	アルカリ土類金属・単体(講義・映像)
7	アルカリ土類金属・化合物(講義)
8	1・2族化合物の性質【MC】
9	Zn・Al・Sn・Pbの単体(講義・映像)
10	Zn・Al・Sn・Pbの化合物(講義・映像)
11	Zn・Alの性質【MC】

実践 2 においては、実践 I の反省から授業ワークシートに書き込む量を減らしたり、授業用パワーポイントの文字情報を減らしたりして、生徒が理解するための時間を確保するよう努めた。また、実験では時間のかかる NaOH の潮解や CaCO₃ の風解などの現象を、映像を用いて説明するなど、視覚的な補助として ICT 機器を活用するようにも気をつけた。そして、インパクトのある実験は

通常実験で行い、多種類の化学反応を一度に確認したい実験は MC で行うなど、実験の使い分けを試みた上で通常実験と MC の違いについて質問紙調査を行い分析した(表 4)。全体的な傾向としては、多数の生徒が MC の方が「集中できる」、「観察しやすい」と答えており、実験に取り組む上では有効であると思われる。

表4 各項目の χ^2 検定結果

	通常実験	MC実験	どちらか一方が良い	検定結果
項目17 どちらが実験しやすいか	16 (29.1%)	28 (50.9%)	11 (20.0%)	$\chi^2(2)=8.328$ *
項目18 どちらが実験に集中できるか	2 (3.6%)	47 (85.5%)	6 (10.9%)	$\chi^2(2)=67.679$ **
項目19 どちらが実験を行った充実感があるか	23 (41.8%)	20 (36.4%)	12 (21.8%)	$\chi^2(2)=3.528$ ns
項目20 どちらが実験の様子を観察しやすいか	10 (18.2%)	35 (63.6%)	10 (18.2%)	$\chi^2(2)=22.730$ **
項目21 どちらが実験結果を理解しやすいか	15 (27.3%)	15 (27.3%)	25 (45.5%)	$\chi^2(2)=3.637$ ns

N=55, * $p<0.05$, ** $p<0.01$

4. 結論および今後の課題

学力層による意識の違いが見られたのは、質問項目 17 「どちらの方が理解しやすいか」においてであった(表 5)。

表5 学力上位群・下位群に分けての χ^2 検定結果

	通常実験	MC実験	どちらか一方が良い	検定結果
項目17 どちらが実験しやすいか	学力上位群 3 (5.5%)	18 (32.7%)	9 (16.4%)	$\chi^2(2)=12.640$ **
	学力下位群 13 (23.6%)	10 (18.2%)	2 (3.6%)	
調整された残差				
	-3.4 **	1.5 ns	2.031 *	

全体の半数以上の生徒は MC の方が実験しやすいと回答している中で、学力下位群の生徒の過半数は通常実験の方が実験しやすいと答えている。下位群の生徒は、実験の目的や操作方法を理解できないまま実験を行うことに対する不安感が強い。事前に実験の目的や操作方法を、いかに分かりやすく丁寧に行うかが今後 MC を行う場合には必要となる。しかし、遅延テストの結果を見ると、学力下位群においても、知識が確実に定着しており、学習効果を確認することはできた。個人で実験を行い自分の五感で感じることで、記憶に残りやすくなるようだ。より効果的に実験を行うためにも、通常実験と MC の効果的な使い分けについて今後検討したい。

修学指導教員 佐藤 真・伊藤 博之
指導教員 松本 伸示