

理科・環境教育助成 成果報告書

第3回 期間：2005年11月～2006年10月

氏名：田口 めぐみ 所属：高知県立中村高等学校

課題名：高校理科におけるフラッシュクロマトグラフィーの教材化と授業実践

1. 課題の主旨

高校理科における精製概念の学習には、カラムクロマトグラフィー（以下、CCと略す）などによって、生徒が、実際に、混合物の分離・分取を通して、純物質を精製することが効果的であろう。しかし、CCは、分離・分取に要する時間が長いために、時間の制約のある理科授業での実用化を図るには困難である。

本研究では、生徒の精製概念の効果的な学習を目的に、CCに焦点を当て、分離・分取に要する時間を著しく短縮でき、より分離能が優れているフラッシュクロマトグラフィー（以下、FCと略す）の教材化を図り（以下、本教材とする）、本教材を用いた授業実践を通して、生徒の精製概念の学習への効果を検討することであった。

2. 活動状況

2.1 FCの教材化

2.1.1 試薬：食用黄色4号・食用緑色3号・食用赤色3号（東京化成工業株式会社）、コスモシール75C₁₈-OPN（ナカライテスク株式会社）、メタノール（キシダ化学株式会社）、りん酸水素二ナトリウム・12水和物（キシダ化学株式会社）。

2.1.2 準備：①食用色素の混合液：食用黄色4号、食用緑色3号、食用赤色3号の各0.1%水溶液を準備し、同量混ぜる。②溶離液：0.02mol/L Na₂HPO₄水溶液-CH₃OH (1:1)。③充填剤：コスモシール75C₁₈-OPN。

2.1.3 器具・装置：クロマト管（内径10mm、全長200mm）（BIO-RAD社）、サンプル管、スタンド、駒込ピペット、ビーカー、エアポンプ（AIR PUMP INNO-β1000）（株式会社ニッソー）。

2.1.4 手順：①クロマト管に充填剤（高さ約100mm）を入れ、スタンドに固定する。②クロマト管に、駒込ピペットを用いて溶離液を入れる。③クロマト管の栓をはめ込み、エアポンプによって空気圧をかけ、溶離液を充填剤全体にしみ込ませる。④溶離液が全体にしみ込んだところで栓をはずし、駒込ピペットを用いて、クロマト管の中に、食用色素の混合液を2mL入れ、さらに、適量の溶離液を、充填剤表面を乱さないように静かに入れ、クロマト管の栓をはめ込み、エアポンプによって空気圧をかける。溶離液が少なくなってきたら、随時栓をはずし、駒込ピペットを用いて溶離液を追加する。⑤クロマト管の中（充填剤内）を食用色素が移動（分離）している様子を観察する。なお、食用色素は、食用黄色4号、食用緑色3号、食用赤色3号の順に溶出してくる。⑥精製された食用色素をサンプル管に回収する。食用赤色3号が回収されにくい場合は、溶離液としてメタノールを用いて溶出させる。

2.2 FCの授業実践

2.2.1 授業の参加者：A高等学校1年生2クラス78名（男子35名、女子43名）とB高等学校60名（男子21名、女子39名）、合計138名の高校生を対象にした。

2.2.2 授業実践の単元：本研究の対象となる授業には、A高等学校では「化学I」、B高等学校では「理科総合A」の「物質の構成」の中の小単元「物質の成り立ち」の一部を選択した。

2.2.3 授業展開:本授業は、3～4名で構成されたグループにより、ワークシートに従って、1単位時間(50分)で実施した。

2.2.4 本授業の学習目標:本授業の学習目標は、食用色素の精製順番と充填剤に対する溶解性との関係から、FCの原理を帰納的に導出し、精製概念を理解させることである。すなわち、実験結果より、早く(遅く)溶出される食用色素ほど、充填剤に対して溶解性が小さい(大きい)ことを理解することが重要となる。

2.2.5 本教材の有効性の検討方法:本教材の有効性については、自己評価アンケートと授業の感想によって検討した。アンケート調査の回答方法は、本授業と本教材に関して、4段階評定尺度で行った。また、授業の感想については、自由記述により行った。

3. 結果

3.1 アンケート調査の結果

表1に、アンケート調査の回答傾向を示した。この回答傾向に基づき、生徒たちの評価の偏りが、本授業に対して肯定的であるのか、否定的であるのかを調べるために、「かなりそう思う」「ややそう思う」を肯定的な回答、「あまりそう思わない」「全くそう思わない」を否定的な回答としてまとめて合計人数を算出した。そして、各項目について、1(アンケート項目)×2(肯定的な回答・否定的な回答)の直接確率計算(両側検定)を行った。その結果、全項目について、有意差が認められていることから(表1の「有意差」の列、 $p < .01$)、本教材を用いた授業の評価が肯定的であることが示された。

表1 自己評価アンケートの回答傾向

項目内容	かなり そう思う	やや そう思う	あまり 思わない	全く 思わない	有意差
【授業について】					
①授業内容に興味・関心がわいた。	70	42	16	10	**
②授業に対して意欲的に取り組むことができた。	78	42	13	5	**
③職員と協力して授業に取り組むことができた。	82	32	18	6	**
④混合物を分離するためには物質の性質の違いを利用することが分かった。	42	80	13	3	**
【FCについて】					
⑤FCに興味・関心がわいた。	41	80	14	3	**
⑥FCを用いた実験は意欲的に取り組めると思った。	48	60	24	6	**
⑦FCは混合物を分離するための有用な方法だと実感した。	25	75	30	8	**
⑧FCは混合物から純物質を精製するうえで有用な手法だと実感した。	56	52	20	10	**

N=138, 単位は人。** $p < 01$

3.2 授業の感想

約半数の生徒が、「実験が楽しかった」「実験が成功して良かった」といった本授業(本教材)に対してポジティブな反応を示していた。また、食用色素やFCに対する興味・関心を示し、実験操作に対して自信が湧いた生徒も多かった。以上の結果から、本教材は、生徒にとって、有効であったことが推測される。

4. 今後の課題と発展

今後は、物質の精製概念の学習において、本教材の有効性の詳細について分析し、本教材の改良と、精製概念の理解を促進するための教授法の開発を図りたいと考える。

5. 発表論文、投稿記事及び当財団へのご意見など

本研究の基礎的研究については、東レ科学振興会主催 第38回東レ理科教育賞に申請している。

⑦ 発表論文、投稿記事及び当財団へのご意見など

・日産の環境教育の指定をいただき感謝申し上げます。予算は、主に児童のものづくりの材料や道具等の購入に使わせていただきました。楽しく生き生きと活動する児童の姿を、多くの場面で見ることができました。本校で実施した「ものづくり職員研修」の資料を収支計算書の文書と一っしょに送りましたのでごらんになってください。