

検証方法を討論し合い、思考力を養う授業の実践

大垣東高等学校 水谷 孝宣

1 研究のねらい

芳香族化合物の分離の単位では、有機溶媒と水を用いた抽出方法が用いられ有機溶媒や水に対する溶解度や酸・塩基の性質を踏まえて考察し、芳香族化合物がどのように分離されるか考察しなくてはならない。有機分離の問題において、分離させる試薬が提示され化合物を特定する方法が基本である。本研究では、実験の計画を立てることを想定して、分離手順も考えながら化合物を決定する方法をとり、生徒の思考力を高めることを目的とした。

2 実践した内容

本時の取り組みは、中和による分離や酸の強弱による分離など物質の性質による芳香族化合物の分離のしくみを知り、分離手順を示した基本問題の演習から分離方法を理解させた。次に、作成したプリントでグループ学習を行い分離方法について考察した。その後クラス全体で情報の交換を行った。

作成したプリントは、4つの芳香族化合物のアセチルサリチル酸・サリチル酸メチル・アニリン・ナフタレンを、3つの試薬の塩酸・水酸化ナトリウム水溶液・炭酸水素ナトリウム水溶液を使って、分離手順を計画しフローチャートまとめる方式とした。最初に加える指示薬のみを提示した2問を用意した。

物質名から官能基を特定し物質の性質を導くこと、酸や塩基の強弱から試薬を特定し分離できることをポイントとした。

・使用したプリント

～芳香族化合物の分離～
3年()組()番 氏名()

目的 分液ろうとを用いて芳香族化合物を分離する方法を考える。

計画 アセチルサリチル酸、サリチル酸メチル、アニリン、ナフタレンの混合物のジエチルエーテル溶液から各化合物を分離するためにはどうすればよいだろうか。どの試薬をどの順番で用いたらよいだろうか。実験手順を計画し、フローチャートにまとめよう。

(1) 混合物のジエチルエーテル溶液に、最初に塩酸を加えた場合の実験手順について考えてみよう。下記のフローチャートにまとめよう！
加える試薬：塩酸(HCl)、水酸化ナトリウム水溶液(NaOH)、炭酸水素ナトリウム水溶液(NaHCO₃)

ジエチルエーテル溶液

水層 エーテル層

[HCl]を加える。

[]を加える。(遊離)

[]を加える。水層 エーテル層

[]を加える。(遊離)

[]を加える。水層 エーテル層

[]を加える。(遊離)

[]を加える。水層 エーテル層

[]を加える。(遊離)

[]を加える。水層 エーテル層

[]を加える。(遊離)

(2) 混合物のジエチルエーテル溶液に、最初に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えた場合の実験手順を考えてみよう。下記のフローチャートに記入しよう！
加える試薬：塩酸(HCl)、水酸化ナトリウム水溶液(NaOH)、炭酸水素ナトリウム水溶液(NaHCO₃)

ジエチルエーテル溶液

水層 エーテル層

[NaHCO₃]を加える。

[]を加える。(遊離)

[]を加える。水層 エーテル層

[]を加える。(遊離)

[]を加える。水層 エーテル層

[]を加える。(遊離)

[]を加える。水層 エーテル層

[]を加える。(遊離)

3 実践中および実践後の生徒の変容

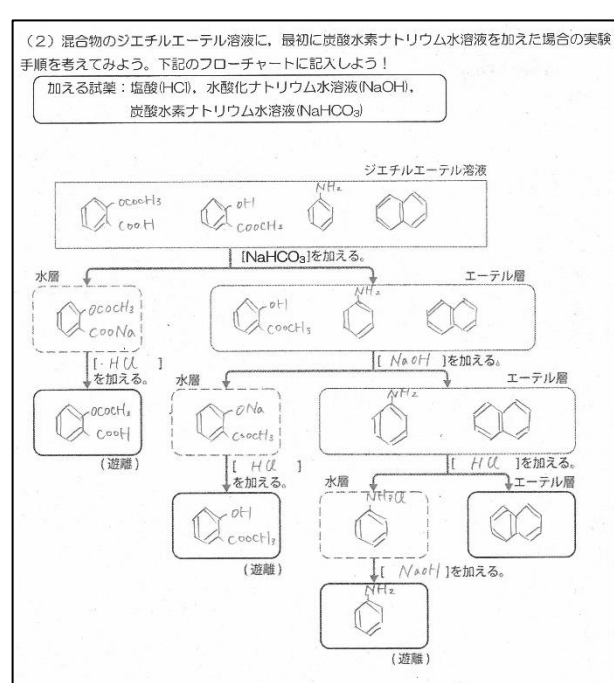
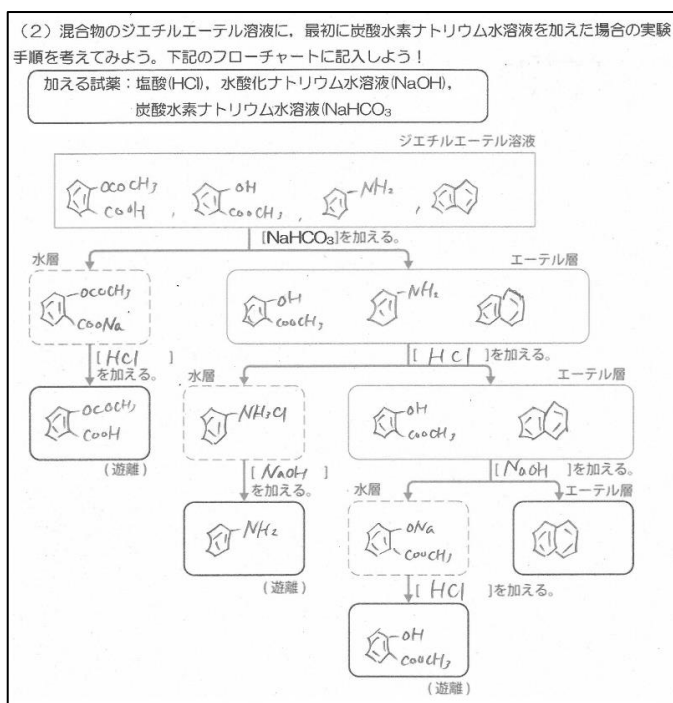
最初は4つの芳香族化合物の構造が何であるかを確認するのに苦戦したグループもあった。分離手順とともに分離を完成させる速さにグループごとにばらつきが生じた。特に、アセチルサリチル酸は安息香酸に、サリチル酸メチルはフェノールに置き換えて考えられ、酸の強弱の性質から分離のしくみを理解しているグループは他のグループよりもスムーズに進んでいた。

後半の分離のフローチャートで、炭酸水素ナトリウム水溶液で分離した後のジエチルエーテル溶液の分離では分離方法は2通りある。1通りの方法を答えたら生徒の思考が止まってしまったグループがほとんどであった。「他に方法はある？」の問いかけでもう1つの答えを導き出すことができた。

普段受け身の態度で授業を受けている生徒も活発に話の中に入る姿が見られた。中には考察が進まないグループもあったため、教員からの発問の手助けが必要なグループがあった。生徒のみで答えを導くためには、細かなステップを踏んだプリントの作成も必要だと感じた。

・生徒のプリント（一部抜粋）

設問2に対する解答



4 研究のまとめ

分離手順をすべて提示せずにより一部だけにして分離操作を考察することを行った。生徒にとってはやや難しい内容であったが、理解度の高い生徒が起点となって問題解決につながったと感じられた。この授業を通して、生徒が自ら考える力が養い芳香族化合物分離に理解が深まったと考える。

今回は、実験の計画を立てること想定した授業であったが、実験計画を基に実際に実験を行うことも必要であり、そのことでより探究な活動につながると考えている。

5 実践した授業の単元計画と学習指導案

岐阜県立大垣東高等学校

教 科	理科	科 目	化学	指 導 者	水谷 孝宣
指導クラス	省略				
教 材 観	芳香族化合物は水に溶けにくい物質だが、中和反応で塩の形をつくり水に可溶性物質に変化させることができる。この原理を用いた系統分離の仕組みについて理解することで、芳香族化合物の性質や反応について理解を深めることができる。				
クラス観	省略				
指 導 観	酸・塩基の種類だけでなく強弱にも注目し芳香族化合物を分離できることを理解させる。発展的な内容に対し、与えられた芳香族化合物がどのような性質をもつのか理解し、分離の原理を利用し、混合物を系統立てて分離できるようにする。				
実践日時	7月16日（火）2時間目			使用教室	教室
教 科 書	化学Vo.2物質編（東京書籍）			使用教材	プリント
単 元 名	芳香族化合物				
単元の目標	（１）有機化合物について、芳香族化合物のことを理解するとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付ける。 （２）有機化合物について、観察、実験などを通して探究し、芳香族化合物について見いだして表現する。 （３）芳香族化合物に関する事象・現象に主体的に関わり、科学的に探究しようとする態度を養う。				
単 元 の 評価基準	知識・技能		思考・判断・表現		主体的に学習に取り組む態度
	有機化合物についての実験などを通して、芳香族化合物の基本的な概念や原理・原則などを理解しているとともに、科学的に探究するために必要な実験などに関する基本操作や記録などの基本的な技術を身に付けている。		芳香族化合物について、問題を見だし見通しをもって実験などを行い、科学的に考察し表現しているなど、科学的に探究している。		芳香族化合物について主体的に関わり、見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとしている。
単元の指導と評価の計画	時	ねらい・生徒の学習活動	重点	記録	評価基準・評価の方法
	1	芳香族化合物 ・構造的な特徴から芳香族化合物を理解する。 ・オルト・メタ・パラの構造異性体について知る。	知		芳香族化合物とは何か理解し、代表的な芳香族炭化水素を答えられる。また、その反応について、正しく理解している。[行動観察、記述分析] 【ICT機器の活用】 アルコール・エーテル・ベンゼンの燃焼実験の紹介
	2	芳香族炭化水素の反応 ・ベンゼンは付加反応より、置換反応が優先して進行することを理解する。	思		種ベンゼンの置換反応について理解し、化学反応式を導くことができる。置換反応と付加反応の違いについて見出して表現している。[記述分析] 【ICT機器の活用】 ベンゼンのニトロ化の実験の紹介
	3	フェノール類とその性質 ・フェノール類の性質をアルコールと比較して理解する。 ・弱酸遊離の反応を確認する。	知	○	フェノール類の名前を正しく理解している。フェノール類の性質についてアルコールと比較したり、酸の強弱を考えたりするなどして、正しく理解している。[行動観察、記述分析]
	4	フェノールの製法と反応 ・フェノールの製法について、クメン法を含め	思		フェノールのさまざまな製法を、使用する試薬とともに答えることができる。[行動観察]

		たさまざまな方法を確認する。			【ICT機器の活用】 アルカリ融解法でのフェノール合成実感の紹介
	5	芳香族カルボン酸① ・芳香族カルボン酸を知り、酸化反応を理解する。	知		芳香族カルボン酸の名前を理解し、酸化反応を正しく理解している。[行動観察]
	6	芳香族カルボン酸② ・サリチル酸、アセチルサリチル酸、サリチル酸メチルの合成方法とそれらの性質について理解する。	思		エステル化について理解している。フェノール類、芳香族カルボン酸の性質を利用し、3つの化合物の違いを見出して表現している。[行動観察、記述分析]
	7	芳香族アミンとアゾ化合物 ・アニリンが塩基性を示すことを理解する。 ・アニリンの合成、ジアゾ化、ジアゾカップリングを確認し、その性質を理解する。	知		アミンが塩基性である理由を考えようとしている。 ニトロベンゼンの還元、ジアゾ化とその特徴、ジアゾカップリングの反応とその特徴を正しく理解している。[行動観察] 【ICT機器の活用】 アニリンの合成方法の実験の紹介
	8	実験 ・アゾ染料	態	○	アゾ染料の合成実験を通して、それぞれの特徴を理解しようとする。[行動観察]
	9	芳香族化合物の分離 ・酸・塩基の性質を用いて芳香族化合物の分離方法を理解する。 ・芳香族化合物の分離の手順を導く。	思	○	芳香族化合物の性質から、混合物を分離できることを理解している。 芳香族化合物の性質を利用し、分離手順を見出して表現している。 [行動観察、記述分析] 【ICT機器の活用】 生徒の結果を投影し情報共有する。
	10	総合演習	知 思		知識を習得、活用している。[記述分析]

本時の主題	芳香族化合物の分離方法を考察する。	本時の位置	9 / 10
本時の目標	芳香族化合物の分離方法を理解し、芳香族化合物の性質から4つの芳香族化合物の分離方法の手順を考え、フローチャートにまとめる。		
評価の観点	芳香族化合物の酸・塩基の性質を理解し、分離の手順を導こうとし、プリントにまとめている。【思考・判断・表現】		
本 時 の 展 開			
学習場面	ねらい・生徒の学習活動	学習活動における具体の評価基準	評価方法
導入	・ 本時の目標を確認する。 ・ ニトロベンゼン、アニリン、安息香酸、フェノールを酸性物質、塩基性物質、中性物質に分類する。		
展開①	芳香族化合物の分離方法を理解する。 ・ 酸性・塩基性の官能基をもつ化合物は中和反応で塩をつくり、水層に溶けること確認する。	・ 芳香族化合物の中和反応を理解し塩の形を正しく表現できている。	行動観察 授業プリント

	(例) フェノール+水酸化ナトリウム→ナトリウムフェノキシド+水 - 酸・塩基の強さの違いを利用し、分離できることを確認する。 (例) 安息香酸と炭酸水素ナトリウム、フェノールと炭酸水素ナトリウムの違いを理解する。 - 例題に取り組む。 ニトロベンゼン、アニリン、安息香酸、フェノールの混合物を示された手順に従って分離する。	- 塩酸、安息香酸、炭酸、フェノールの酸の強さを理解し、化合物を分離できることを理解している。 - 芳香族化合物の性質を活用し、分離正しく理解し、芳香族化合物を導こうとしている。	
展開②	芳香族化合物の分離手順をグループで考察しまとめる。 - グループをつくり、2つの課題に取り組む。 「課題」アセチルサリチル酸、サリチル酸メチル、アニリン、ナフタレンの混合物を、加える3つの試薬（塩酸、水酸化ナトリウム水溶液、塩酸、水酸化ナトリウム水溶液、炭酸水素ナトリウム水溶液）を使って分離する。 - クラス全体で情報を共有する。	- 芳香族化合物の官能基から、化合物の性質を見出している。 - 酸・塩基の強弱を活用し、分離の手順を導こうとしている。	行動観察 授業プリント
まとめ	- 本時のまとめを行う。 - クラス全体で得られた情報をプリントに追加記入する。		

なお、以下の判断基準表を基にして評価する。

評価 A	プリントの設問（2）において、2通りの分離方法があることに気づき、プリントにまとめている。また、グループ内で意見を共有することができている。
評価 B	グループの意見を聞き芳香族化合物の官能基の性質を理解し、正しい分離の操作をプリントにまとめている。
評価 C	プリントに芳香族化合物が正しく表記されなかったり、分離操作が正しく表記されなかったりしている。