

## 2 研究の実際

### (6) 実践事例 4 化学

#### 指導計画

##### ○単元名

「第5編 有機化合物 第4章 芳香族化合物」(化学 数研出版)

##### ○単元の目標

芳香族化合物の性質や反応を観察、実験などを通して探究し、芳香族化合物の構造、性質及び反応について理解するとともに、それらを日常生活や社会と関連付けて考察することができる。

##### ○単元について

生徒はこれまで脂肪族炭化水素の性質や反応がその構造と関連付けられること、官能基をもつ脂肪族化合物の性質や反応が官能基により特徴付けられること、これらの化合物相互の関係が反応や構造と関連付けることを学習している。これまで学習したことを基にして、本単元ではベンゼン環及び官能基により芳香族化合物の性質が特徴付けられることや、これらの化合物相互の関係を反応や構造と関連付けることがねらいである。

また、有機化合物の性質と利用に関する学習内容と関連させながら、実験の計画、実験による検証などの探究活動を行い、学習内容の理解を深めるとともに、化学的に探究する能力を高めることがねらいである。

##### ○単元における工夫(思考力・判断力・表現力の育成を目指して)

- ・検証計画の立案、観察・実験の結果の処理、考察・推論する場面などでは、まず個人で考え、その後、投票や議論、他の生徒の発表を聞くことで自分の考えをより妥当なものにする場面を設ける。
- ・学習用PCのデジタルワークシートを使用し、意見交換や発表がスムーズに行われるようにする。
- ・ベンゼン環及び官能基により芳香族化合物の性質が特徴付けられることを捉えやすくするために、官能基とその性質について1枚のプリントにまとめ、探究活動の前の時間に生徒に配布する。

##### ○本時の目標

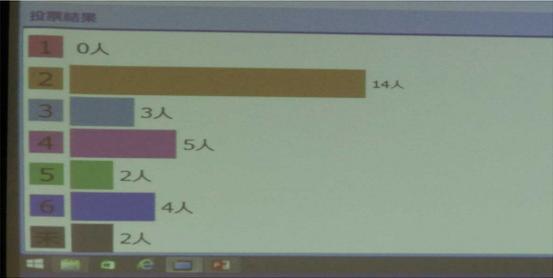
ベンゼン環及び官能基により性質が特徴付けられることを利用して、芳香族化合物を判別する実験計画を立て、検証し、自分の考えを表現することができる。

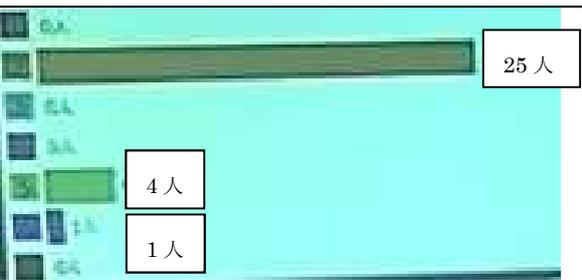
##### ○本時における工夫(思考力・判断力・表現力の育成を目指して)

- ・本校の生徒に合わせて、実験の計画については、5つの検出方法の中から2つの検出方法を選択させるという方法をとる。
- ・前時までに学習した芳香族化合物の性質が定着していない生徒も多いと考えられる。そのため、実験の計画を立てさせる際には、個人で考えさせた後、学習用PCを用いて投票し、それを基に話し合い活動で再度実験方法を考えさせる。さらに、クラス全体での発表の時間を取り入れ、その後にもう一度、学習用PCを用いて投票し、実験方法を確定させる。

授業の様子

11/11 時間目 ( ) …評価：B…「おおむね満足できる」状況  
A…「十分満足できる」状況

| 過程      | 学習活動   | 教師の働き掛け (○)、評価規準 (◆)<br>アクティブ・ラーニングの手法 (※)   |
|---------|--|--|
| 導入      | <p>・既に学習している、官能基の判別法について再確認し、本時の課題を理解する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>3つの試薬が入った試験管A、B、Cがそれぞれサリチル酸、サリチル酸メチル、アセチルサリチル酸のどれにあたるか判別する。</p> </div>   | <p>○官能基の判別法を確認するため前時に一覧表で配布した。また、当日黒板にも書き、すぐに確認できるようにした。</p>   |
| 展開<br>1 | <p>・サリチル酸、サリチル酸メチル、アセチルサリチル酸を判別する実験の検証方法を考える。</p> <p>(i) 個人で考えプリントに記入する。<br/>結果を投票する。</p> <div style="text-align: center;">  <p>個人で考えた後の投票結果</p> </div> <p>(ii) 4人グループで実験の検証方法を議論する。</p> <p>(iii) グループで決まった実験の検証方法を発表する。</p> <p>(iv) 発表を聞いて実験の検証方法を再検討し、最終結果を投票する。</p> | <p>○本校の生徒に合わせて、実験の計画については、1枚のプリントにまとめられた5つの検出方法の中から2つの検出方法を選択できるようにした。</p> <p>○投票は、学習用PCを用いて次の項目で行わせた。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 塩化鉄(III)aqの呈色とさらし粉aqの呈色</li> <li>(2) 塩化鉄(III)aqの呈色と炭酸水素ナトリウムaqとの反応</li> <li>(3) 塩化鉄(III)aqの呈色とヨードホルム反応</li> <li>(4) さらし粉aqの呈色と炭酸水素ナトリウムaqの呈色</li> <li>(5) さらし粉aqの呈色と臭素の脱色</li> <li>(6) さらし粉aqの呈色とヨードホルム反応</li> </ol> <p>(※ピア・インストラクション)</p> <div style="text-align: center;">  <p>学習用PCを用いて実験方法について議論している様子</p> </div> <p>○代表となるグループを2つ選び、デジタルワークシートを電子黒板に投影し、発表させることによって、全員に考えが伝わるようにした。また、発表者も自分の意見をまとめ、表現させた。</p> <p>○投票の項目は1回目と同じにし、グループでの議論と発表後にどう変化したか分かるようにした。</p> <p>(※ピア・インストラクション)</p> |

|   |  <p>グループ協議・発表後の投票結果</p>   | <p>◆正しく実験計画を立案し、計画の根拠について文章・化学反応式で表現することができる。</p> <p>【思考・判断・表現】</p> <p>(実験プリント・デジタルワークシート)</p> <p>B：正しく実験計画を立案することができる。</p> <p>A：正しく実験計画を立案し、計画の根拠について文章・化学反応式で表現することができる。</p> |               |         |               |   |   |   |       |   |   |   |           |   |   |   |          |   |        |          |                                   |   |                  |               |                          |  |             |  |   |                                  |
|---|--|--|---------------|---------|---------------|---|---|---|-------|---|---|---|-----------|---|---|---|----------|---|--------|----------|-----------------------------------|---|------------------|---------------|--------------------------|--|-------------|--|---|----------------------------------|
| <p>展開 2</p>                                 | <p>・実験を行い、サリチル酸、サリチル酸メチル、アセチルサリチル酸を判別する。</p>  <p>生徒が実験を行っている様子</p> <p>・A、B、Cを決定し、実験プリントに記入する。</p> <table border="1" data-bbox="207 1332 774 1680"> <thead> <tr> <th>試験管</th> <th>判別法 (1)</th> <th>判別法 (2)</th> <th>実験からわかった物質の名称</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>サリチル酸</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>×</td> <td>○</td> <td>アセチルサリチル酸</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>○</td> <td>×</td> <td>サリチル酸メチル</td> </tr> </tbody> </table> <p>○ 変化する場合・・・○ (色・気体の発生など) 変化しない場合・・・×</p> <p>(1)の判別法を選んだ理由<br/>サリチル酸とアセチルサリチル酸は水に溶けにくい。サリチル酸は水に溶け、アセチルサリチル酸は水に溶けない。</p> <p>(2)の判別法を選んだ理由<br/>サリチル酸は、アセチルサリチル酸とCOOHが結合している。アセチルサリチル酸は、COOHが結合していない。</p> <p>生徒が記入した実験プリント</p> | 試験管  | 判別法 (1)       | 判別法 (2) | 実験からわかった物質の名称 | A | ○ | ○ | サリチル酸 | B | × | ○ | アセチルサリチル酸 | C | ○ | × | サリチル酸メチル | <p>○3つの試薬が入った試験管にそれぞれA、B、Cのラベルを付け、実験させた。</p> <p>○実験手順を入れた実験セットを用意しておき、必要な実験の検証方法を生徒に選択させた。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;"><b>実験手順</b></p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">臭素水の脱色</th> <th style="width: 50%;">ヨードホルム反応</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>                     ① 臭素水 0.5mL を加える。<br/>                     * 臭素水は教卓にある。                 </td> <td>                     ① ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を 2mL 加える。<br/>                     ② 水酸化ナトリウム水溶液を 2~3 滴加えてよく振る。<br/>                     * ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液は教卓にある。                 </td> </tr> <tr> <th>炭酸水素ナトリウム水溶液との反応</th> <th>塩化鉄(Ⅲ) aq の星色</th> </tr> <tr> <td>                     ① 炭酸水素ナトリウム水溶液を 2mL 加える。                 </td> <td>                     ① 水を試験管の約 1/3 まで加える。<br/>                     ② 塩化鉄(Ⅲ) aq を 1mL 加えてよく振る。                 </td> </tr> <tr> <th>さらし粉 aq の星色</th> <td></td> </tr> <tr> <td>                     ① 水を試験管の約 1/3 まで加える。<br/>                     ② さらし粉 aq を 1 滴加える。                 </td> <td>                     * 実験をやり直したいときは、A~C の試験管を前に取りに来る。                 </td> </tr> </tbody> </table> </div> <p>実験手順 (この中から 2 つの検証方法を選ぶ)</p> | 臭素水の脱色 | ヨードホルム反応 | ① 臭素水 0.5mL を加える。<br>* 臭素水は教卓にある。 | ① ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を 2mL 加える。<br>② 水酸化ナトリウム水溶液を 2~3 滴加えてよく振る。<br>* ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液は教卓にある。 | 炭酸水素ナトリウム水溶液との反応 | 塩化鉄(Ⅲ) aq の星色 | ① 炭酸水素ナトリウム水溶液を 2mL 加える。 | ① 水を試験管の約 1/3 まで加える。<br>② 塩化鉄(Ⅲ) aq を 1mL 加えてよく振る。 | さらし粉 aq の星色 |  | ① 水を試験管の約 1/3 まで加える。<br>② さらし粉 aq を 1 滴加える。 | * 実験をやり直したいときは、A~C の試験管を前に取りに来る。 |
| 試験管   | 判別法 (1)  | 判別法 (2)  | 実験からわかった物質の名称 |         |               |   |   |   |       |   |   |   |           |   |   |   |          |   |        |          |                                   |   |                  |               |                          |  |             |  |   |                                  |
| A   | ○  | ○  | サリチル酸         |         |               |   |   |   |       |   |   |   |           |   |   |   |          |   |        |          |                                   |   |                  |               |                          |  |             |  |   |                                  |
| B   | ×  | ○  | アセチルサリチル酸     |         |               |   |   |   |       |   |   |   |           |   |   |   |          |   |        |          |                                   |   |                  |               |                          |  |             |  |   |                                  |
| C   | ○  | ×  | サリチル酸メチル      |         |               |   |   |   |       |   |   |   |           |   |   |   |          |   |        |          |                                   |   |                  |               |                          |  |             |  |   |                                  |
| 臭素水の脱色                                      | ヨードホルム反応   |  |               |         |               |   |   |   |       |   |   |   |           |   |   |   |          |   |        |          |                                   |   |                  |               |                          |  |             |  |   |                                  |
| ① 臭素水 0.5mL を加える。<br>* 臭素水は教卓にある。           | ① ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を 2mL 加える。<br>② 水酸化ナトリウム水溶液を 2~3 滴加えてよく振る。<br>* ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液は教卓にある。  |  |               |         |               |   |   |   |       |   |   |   |           |   |   |   |          |   |        |          |                                   |   |                  |               |                          |  |             |  |   |                                  |
| 炭酸水素ナトリウム水溶液との反応                            | 塩化鉄(Ⅲ) aq の星色  |  |               |         |               |   |   |   |       |   |   |   |           |   |   |   |          |   |        |          |                                   |   |                  |               |                          |  |             |  |   |                                  |
| ① 炭酸水素ナトリウム水溶液を 2mL 加える。                    | ① 水を試験管の約 1/3 まで加える。<br>② 塩化鉄(Ⅲ) aq を 1mL 加えてよく振る。   |  |               |         |               |   |   |   |       |   |   |   |           |   |   |   |          |   |        |          |                                   |   |                  |               |                          |  |             |  |   |                                  |
| さらし粉 aq の星色                                 |  |  |               |         |               |   |   |   |       |   |   |   |           |   |   |   |          |   |        |          |                                   |   |                  |               |                          |  |             |  |   |                                  |
| ① 水を試験管の約 1/3 まで加える。<br>② さらし粉 aq を 1 滴加える。 | * 実験をやり直したいときは、A~C の試験管を前に取りに来る。   |  |               |         |               |   |   |   |       |   |   |   |           |   |   |   |          |   |        |          |                                   |   |                  |               |                          |  |             |  |   |                                  |
| <p>まとめ</p>                                  | <p>・本時のまとめをする。</p>   |  |               |         |               |   |   |   |       |   |   |   |           |   |   |   |          |   |        |          |                                   |   |                  |               |                          |  |             |  |   |                                  |

**授業を振り返って**

- ・実験の計画を立てさせる際には、個人で考えさせた後、学習用PCを用いて投票させ、それを基にグループで話し合いをさせました。さらに、クラス全体で2グループが発表し、その後もう一度学習用PCを用いて投票させ、実験方法を確定させました。このように他者と意見交換をしながら、実験計画の妥当性や改善を検討することで、間違っていた生徒も正しい判断ができるようになっていきました。学習用PCを用いて投票をすることによってそのことが授業者にも生徒にも明確になりました。
- ・サリチル酸、アセチルサリチル酸、サリチル酸メチルを判別する実験計画を生徒に立てさせ、実験により検証させました。本校の生徒の現状に合わせて、実験の計画については、5つの検出方法の中から2つの検出方法を選択させるという方法をとりました。自ら実験計画を立てることによって、目的意識を持って実験に取り組むことができました。また、思考力・判断力の育成にもつながりました。
- ・計画を立てる際に、これまでの生徒たちの現状を考慮して、ヒントを与えすぎてしまい、思考させるという点で課題が残りました。思考力を身に付けるためには、早く正答に結び付けさせたいという教師側の気持ちを抑え、生徒の解答を待つことができる授業展開案を考えることが課題となりました。また、どのように発問し、どこまでヒントを出すかなどを事前に綿密に決めておく必要があります。
- ・グループ4人の中で答えは収束しましたが、個人で理解できていたかは事後調査の問題の解答状況からは判断できませんでした。もう少し個人の理解が進むように指導を工夫することが課題となりました。
- ・実験の結果について、正確な判断ができていない生徒がいました。検出方法は分かっていたのですが、色の変化や気体の発生に気付くことができなかった班もありました。このような探究活動を取り入れるためには、1つ1つの基礎的な知識や技能をきちんと身に付けさせておくように指導を工夫することが課題となりました。