

# 高等学校「化学Ⅰ」学習指導案

埼玉県立上尾鷹の台高等学校

授業者 若林 剛

3年選択

男子9名 女子11名 計20人

## 1 単元名

【第4章 有機化合物】

○物質の種類と性質に関する探究活動〈芳香族化合物の分離〉

## 2 単元の目標

有機化合物の官能基の性質や特徴を理解し、その性質や特徴を利用して混合状態にある有機化合物を分離する方法を考察する。

## 3 指導観

高校で扱う有機化合物は、多くの医薬品や化粧品の原材料等に利用され、とても身近なものである。また、有機化合物の性質や特徴の基本は、既に「酸・塩基」や「酸化・還元」等の単元で学んでいる。本授業では、有機化合物のまとめの位置付けであり、「有機化合物を分離する方法」について考察させる。

本授業では協調学習を取り入れ、生徒同士が話し合うことで、答えを導き出させる。なお、協調学習の手法を活用するためにジグソー法※を利用した授業展開を行う。

## 4 学習指導要領と単元の対応

(2) 物質の種類と性質

イ 有機化合物

(ア) 炭化水素

(イ) 官能基を含む化合物

ウ 物質の種類と

性質に関する探究活動

|                |           |
|----------------|-----------|
| 46 有機化合物の特徴と分類 | 1 時間      |
| 47 アルカン        | 1 時間      |
| 48 アルケンとアルキン   | 1 時間      |
| 49 化学式の決定      | 2 時間      |
| 50 アルコールとエーテル  | 1 時間      |
| 51 アルデヒドとケトン   | 2 時間      |
| 52 カルボン酸       | 2 時間      |
| 53 エステルと油脂     | 1 時間      |
| 54 芳香族化合物      | 1.5 時間    |
| 55 フェノール類      | 1.5 時間    |
| 56 芳香族カルボン酸    | 2 時間      |
| 57 アニリンとアゾ染料   | 2 時間      |
| ○芳香族化合物の分離     |           |
| ①分離方法の考察       | 1 時間 <本時> |
| ②生徒実験          | 1 時間      |

## 5 学習指導要領の項目と単元の評価の規準

|                                     | 関心・意欲・態度                                                                                                                                                                                                                                                        | 思考・判断                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 観察・実験の技能・表現                                                                                                                                                                                                                                                                                | 知識・理解                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 大項目「物質の種類と性質」の評価基準                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・無機物質や有機化合物の性質や変化に関する事物・現象に関心や探究心を持ち、意欲的にそれらを探究するとともに、科学的態度を身に付けている。</li> </ul>                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・無機物質や有機化合物の性質や変化に関する事物・現象の中に問題を見いだし、観察、実験などを行うとともに実証的、論理的に考えたり、分析的・総合的に考察したりして、問題を解決し、事実に基づいて科学的に判断する。</li> </ul>                                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>・無機物質や有機化合物の性質や変化に関する観察、実験の技能を習得するとともに、それらを科学的に探究する方法を身に付け、観察、実験の過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを的確に表現する。</li> </ul>                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・観察、実験などを通して、無機物質や有機物質の性質や変化に関する事物・現象について基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                   |
| 単元「イ有機化合物」と「ウ物質の種類と性質に関する探究活動」の評価基準 | <b>イ 有機化合物</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・有機化合物の特徴について観察、実験を行うとともに、それらを日常生活と関連付けて意欲的に探究しようとする。</li> <li>・炭化水素の性質や反応に関する事物・現象に関心を持ち、その構造や性質、反応性について意欲的に探究しようとする。</li> <li>・官能基を含む有機化合物の性質や反応に関する事物・現象に関心を持ち、その構造や性質、反応性について意欲的に探究しようとする。</li> </ul> | <b>イ 有機化合物</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・有機化合物の性質や反応性が、無機化合物とは異なる特徴があることを見いだす。</li> <li>・炭化水素の性質や反応性が、炭素原子の立体構造に特徴付けられることを見いだし、構造異性体などを論理的に考察する。</li> <li>・官能基を含む有機化合物の性質や反応性が、その官能基に特徴付けられることを見いだし、論理的に考察する。</li> <li>・酸素及び窒素を含む代表的な官能基について、反応性と有機化合物相互の関連について、観察、実験などを行い考察する。</li> </ul> | <b>イ 有機化合物</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・有機化合物の特徴や炭化水素に関する観察、実験を行い、その基本的操作及び記録の仕方を習得する。</li> <li>・有機化合物の特徴や炭化水素の観察、実験の過程や結果から自らの考えを導き出し、的確に表現する。</li> <li>・官能基を含む有機化合物に関する観察、実験を行い、その基本的操作及び記録の仕方を習得する。</li> <li>・官能基を含む有機化合物に関する観察、実験の過程や結果から自らの考えを導き出し、的確に表現する。</li> </ul> | <b>イ 有機化合物</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・有機化合物の特徴や反応性について、日常生活に関連付けて理解している。</li> <li>・炭化水素の分類とその反応性との関係、構造異性体の関係などを理解し、知識を身に付けている。</li> <li>・官能基を含む有機化合物を、アルコールとその誘導体、ニトロ化合物、アミン類などを通して理解し、有機化合物相互の関連性についての知識を身に付けている。</li> <li>・代表的な個々の官能基の性質に対する知識を身に付けている。</li> <li>・官能基を含む有機化合物の性質や反応性について、日常生活に関連付けて理解している。</li> </ul> |
|                                     | <b>ウ 物質の種類と性質に関する探究活動</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・「物質の種類と性質」に関連した無機物質及び有機化合物の両方についての学習課題に対し、科学的な態度で観察、実験、調査などを行い、意欲的に探究しようとする。</li> </ul>                                                                                                       | <b>ウ 物質の種類と性質に関する探究活動</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・「物質の種類と性質」に関連した無機物質及び有機化合物の両方についての学習課題に対し、観察、実験、調査などを計画・実施して、得られた結果に基づき、総合的に考察する。</li> </ul>                                                                                                                                           | <b>ウ 物質の種類と性質に関する探究活動</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・「物質の種類と性質」に関連した無機物質及び有機化合物の両方についての学習課題に対し、観察、実験、調査などを探究の方法を用いながら行い、その技能を習得する。</li> <li>・観察、実験のデータや様々な情報を基にして、創意ある報告書を作成したり、発表したりする。</li> </ul>                                                                           | <b>ウ 物質の種類と性質に関する探究活動</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・観察、実験、調査などを通して「物質の種類と性質」に関連した無機物質及び有機化合物の両方についての学習課題に対し、基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。</li> </ul>                                                                                                                                                                         |

## 6 単元の評価計画と具体的な評価基準

◎印：評価基準に照らして、「十分に満足できると判断される」状況（A）か、「おおむね満足できると判断される」状況（B）か、「努力を要すると判断される」状況（C）を把握し、単元の総括の資料とする。

○印：評価基準に照らして、「おおむね満足できると判断される」状況（B）であるかどうかだけを把握する。「努力を要すると判断される」状況（C）になりそうな生徒に対して、適切な働きかけや手だてを行うことを重視したもので、単元の総括の資料としない。

### (1) 単元の評価計画

| 時間          | 学習内容                                                            | 準備等             | 評価の観点               |                    |                    |                    | 評価方法等                  |
|-------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------------|
|             |                                                                 |                 | ア<br>関心<br>意欲<br>態度 | イ<br>思考<br>・<br>判断 | ウ<br>技能<br>・<br>表現 | エ<br>知識<br>・<br>理解 |                        |
| 1           | ①有機化合物の特徴を理解し、分類ができる。                                           | プリント            | ○ 1                 | ○ 1                | ◎ 1                | ◎ 1                | プリント<br>生徒観察           |
| 2           | ②アルカンの一般式と特徴を理解する。                                              | プリント            |                     | ○ 2                | ◎ 2                | ◎ 2                | プリント<br>生徒観察           |
| 3           | ③不飽和炭化水素を理解する。                                                  | プリント<br>分子模型    |                     | ○ 3                | ◎ 3                | ◎ 3                | プリント<br>生徒観察           |
| 4<br>5      | ④元素分析から組成式を理解し、さらに分子式と構造式を理解する。                                 | プリント            |                     |                    |                    | ◎ 4                | プリント<br>教科書(問)<br>生徒観察 |
| 6           | ⑤ヒドロキシル基とエーテル結合、およびその特徴を理解する。                                   | プリント<br>分子模型    | ○ 5                 | ◎ 5                | ○ 5                | ◎ 5                | プリント<br>生徒観察           |
| 7<br>8      | ⑥アルデヒド基とカルボニル基、およびその特徴を理解する。<br>⑦銀鏡反応とフェーリング液の還元、ヨードホルム反応を理解する。 | プリント<br>分子模型    | ○ 6                 | ◎ 6                | ○ 6                | ◎ 6                | プリント<br>生徒観察           |
| 9<br>10     | ⑧カルボキシル基とその特徴を理解する。<br>⑨不斉炭素原子と光学異性体を理解する。                      | プリント<br>分子模型    | ○ 7                 | ◎ 7                | ○ 7                | ◎ 7                | プリント<br>生徒観察           |
| 11          | ⑩エステル結合とエステルの加水分解とセッケンを理解する。                                    | プリント<br>TV + PC | ○ 8                 | ◎ 8                | ○ 8                | ◎ 8                | プリント<br>生徒観察           |
| 11.5<br>0.5 | ⑪芳香族化合物の特徴を理解し、脂肪族化合物との比較ができる。                                  | プリント            | ◎ 9                 | ○ 9                | ○ 9                | ◎ 9                | プリント<br>生徒観察           |

|                 |                                              |      |     |     |     |     |              |
|-----------------|----------------------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|--------------|
| 0.5<br>14       | ⑫フェノール類の特徴とアルコールとの違いを理解する。                   | プリント |     | ○10 |     | ◎10 | プリント<br>生徒観察 |
| 15<br>16        | ⑬芳香族カルボン酸の特徴を理解する。<br>⑭サリチル酸の反応と特徴を理解する。     | プリント |     | ◎11 |     | ◎11 | プリント<br>生徒観察 |
| 17<br>18        | ⑮アニリンの特徴を理解する。<br>⑯合成染料であるアゾ染料の反応機構と構造を理解する。 | プリント |     |     | ◎12 | ◎12 | プリント<br>生徒観察 |
| 19<br><b>本時</b> | ⑰芳香族化合物の分離方法を考察する。                           | プリント | ○13 | ○13 | ○13 |     | プリント<br>生徒観察 |
| 20              | ⑱芳香族化合物の分離における生徒実験を行う。                       |      | ○14 |     | ○14 | ◎14 | プリント<br>生徒観察 |

## (2) 具体的な評価基準

|                     | ア<br>関心・意欲・態度                   | イ<br>思考・判断                           | ウ<br>実験観察の<br>技能・表現                     | エ<br>知識・理解                        |
|---------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|
| 学習活動における単元の具体的な評価基準 | ○1<br>有機化合物の構造と特徴について意欲的に探求できる。 | ○1<br>構造式から有機化合物を分類できる。              | ◎1<br>示性式を構造式で表せる。                      | ◎1<br>有機化合物の分類と官能基の構造を理解している。     |
|                     |                                 | ○2<br>炭素原子間の単結合による構造異性体を判断できる。       | ◎2<br>種々のアルカンを構造式で表せる。                  | ◎2<br>アルカンの構造と特徴を理解している。          |
|                     |                                 | ○3<br>炭素原子間の二重結合によるシス・トランス異性体を判断できる。 | ◎3<br>種々のアルケンとアルキンを構造式で表せる。             | ◎3<br>アルケンとアルキンの構造と特徴を理解している。     |
|                     |                                 |                                      |                                         | ◎4<br>未知物質の元素分析から構造式の決定方法を理解している。 |
|                     | ○5<br>アルコールとエーテルの違いについて探求できる。   | ◎5<br>アルコールとエーテルが異性体の関係であることを判断できる。  | ○5<br>ヒドロキシル基とエーテル基を含む化合物の構造式を表すことができる。 | ◎5<br>アルコールとエーテルの構造と特徴を理解している。    |

|                                     |                                     |                                     |                                        |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------|
| ○ 6<br>アルデヒドとケトンの違いについて探求できる。       | ◎ 6<br>アルデヒドとケトンが異性体の関係であることを判断できる。 | ○ 6<br>カルボニル基を含む化合物の構造式を表すことができる。   | ◎ 6<br>アルデヒドとケトンの構造と特徴を理解している。         |
| ○ 7<br>カルボキシル基の特徴について探求できる。         | ◎ 7<br>不斉炭素原子の存在から光学異性体を判断できる。      | ○ 7<br>光学異性体を構造式で表すことができる。          | ◎ 7<br>カルボン酸の構造と特徴、および光学異性体を理解している。    |
| ○ 8<br>エステル加水分解とけん化の違いについて探求できる。    | ◎ 8<br>エステル加水分解とけん化から生じる化合物が特定できる。  | ○ 8<br>エステル加水分解とけん化を化学反応式で表すことができる。 | ◎ 8<br>エステルの構造と特徴を理解している。              |
| ◎ 9<br>シクロヘキサトリエンとベンゼンの違いについて探求できる。 | ○ 9<br>構造式から芳香族化合物と脂肪族化合物の違いを判断できる。 | ○ 9<br>種々の芳香族化合物を構造式で表すことができる。      | ◎ 9<br>芳香族化合物の特徴と脂肪族化合物との違いを理解している。    |
|                                     | ○ 10<br>フェノールとアルコールを区別できる。          |                                     | ◎ 10<br>フェノール類の構造と特徴を理解している。           |
|                                     | ○ 11<br>構造式からサリチル酸の特徴を考察できる。        |                                     | ◎ 11<br>芳香族カルボン酸の構造と特徴を理解している。         |
|                                     |                                     | ◎ 12<br>アゾ化合物の合成過程を化学反応式で表すことができる。  | ◎ 12<br>アニリンとジアゾ化、およびカップリングについて理解している。 |
| ○ 13<br>与えられた異なる課題について探求できる。        | ○ 13<br>課題について解答を導き出すことができる。        | ○ 13<br>導き出した解答を他へ正しく伝えることができる。     |                                        |
| ○ 14<br>自ら率先し、実験できる。                |                                     | ○ 14<br>正しい操作方法で実験器具を扱うことができる。      | ◎ 14<br>有機化合物の特徴から分離方法を理解できる。          |

## 7 本時の活動

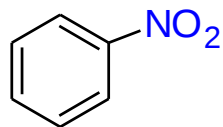
### (1) 本時の目標

⑰芳香族化合物の分離方法を考察する。 【思考・判断】

### (2) 本時の展開

| 時配           | 生徒の学習活動と学習内容                                                                                                                                                                                                | 指導上の留意点                                                                                                         | 評価の観点                                                                                                                                                | 評価方法         |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 導入<br>5分     | <p>◆出席確認と班の確認</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・エキスパート活動とジグソー活動における班の確認をする。</li> <li>・本日の授業の流れを説明する。</li> </ul>                                                                                   |                                                                                                                 |                                                                                                                                                      |              |
| 展開 I<br>12分  | <p>◆エキスパート活動</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・各班（エキスパート班）に与えられた異なる課題を考えさせる。</li> </ul> <p>各班の課題（3種類）</p> <p>A<br/>ニトロベンゼンとアニリンの分離</p> <p>B<br/>ニトロベンゼンと安息香酸の分離</p> <p>C<br/>ニトロベンゼンとフェノールの分離</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・机間指導を行い、適時ヒントとなることを伝えていく。</li> </ul>                                    | <p>○13【関心・意欲・態度】</p> <p>&lt;Cの生徒への手だて&gt;</p> <p>机間指導で、適時助言を与え意欲を高めさせる。</p> <p>○13【思考・判断】</p> <p>&lt;Cの生徒への手だて&gt;</p> <p>机間指導で、適時助言を与え意欲を高めさせる。</p> | 生徒観察<br>机間指導 |
| 3分           | エキスパート班からジグソー班へ移動する。                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                 |                                                                                                                                                      |              |
| 展開 II<br>20分 | <p>◆ジグソー活動</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・各班（ジグソー班）に与えられた共通課題を考えさせる。</li> </ul> <p>共通課題</p> <p>アニリンとフェノール、および安息香酸の分離</p>                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>・机間指導を行い、適時ヒントとなることを伝えていく。</li> <li>・進行状況を見て、別資料を配布し、補足説明を行う。</li> </ul> | <p>○13【関心・意欲・態度】</p> <p>&lt;Cの生徒への手だて&gt;</p> <p>机間指導で、適時助言を与え意欲を高めさせる。</p> <p>○13【思考・判断】</p> <p>&lt;Cの生徒への手だて&gt;</p> <p>机間指導で、適時助言を与え意欲を高めさせる。</p> | 生徒観察<br>机間指導 |
| まとめ<br>10分   | <p>◆本時のまとめ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・各班（ジグソー班）で導き出された答えを発表させる。</li> </ul>                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・間違った解答だとしても、指摘はしない。</li> </ul>                                          | <p>○13【思考・判断】</p> <p>&lt;Cの生徒への手だて&gt;</p> <p>生徒の発表において、必要に応じて適時補足を加える。</p>                                                                          | 生徒観察         |

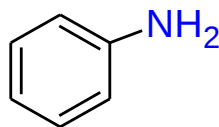
## 授業資料 I -A



この化合物は（ ）と呼ばれ、芳香族化合物の1つです。

ベンゼンに混酸（濃硝酸と濃硫酸の混合物）を加え、加熱すると得られる化合物です。この化合物は、ニトロベンゾール、ミルバン油とも呼ばれる甘い味覚を有する黄色油状の化合物であり、毒性があります。また、水には極めて溶けにくく、桃を腐らせたような芳香を持ちます。

なお、中性の化合物であり、酸や塩基とは反応しません。



この化合物をは（ ）と呼ばれ、芳香族化合物の1つです。

（ ）をスズと塩酸で還元すると得られる化合物です。無色透明の液体で可燃性である。水に溶けにくいですが、アルコールやエーテル、ベンゼンなどにはよく溶けます。毒性を持ち、皮膚接触、吸入により体内に吸収され、中毒症状を起こします。

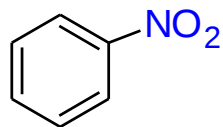
なお、弱塩基性の化合物であり、塩酸（酸）との中和反応が起こります。中和反応で生じた塩は水によく溶けます。

**考えてみよう！**

この2つの化合物の混合物があります。  
分離するにはどうしたらよいのでしょうか？



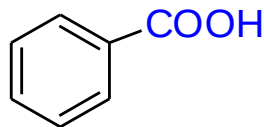
## 授業資料 I -B



この化合物は（ ）と呼ばれ、芳香族化合物の1つです。

ベンゼンに混酸（濃硝酸と濃硫酸の混合物）を加え、加熱すると得られる化合物です。この化合物は、ニトロベンゾール、ミルバン油とも呼ばれる甘い味覚を有する黄色油状の化合物であり、毒性があります。また、水には極めて溶けにくく、桃を腐らせたような芳香を持ちます。

なお、中性の化合物であり、酸や塩基とは反応しません。



この化合物は（ ）と呼ばれ、芳香族化合物の1つです。

（ ）を過マンガン酸カリウムなどで酸化させると得られる化合物です。無色透明の結晶で昇華性があります。冷水には溶けにくいですが熱水にはよく溶け、有機溶媒にもよく溶けます。毒性を持ち、皮膚接触、吸入により体内に吸収され、中毒症状を起こします。

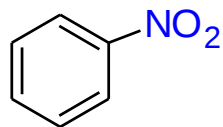
なお、やや強い弱酸性の化合物であり、水酸化ナトリウムとの中和反応が起こります。中和反応で生じた塩は水によく溶けます。

**考えてみよう！**

この2つの化合物の混合物があります。  
分離するにはどうしたらよいのでしょうか？



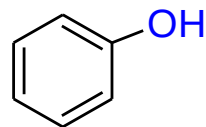
## 授業資料 I -C



この化合物は（ ）と呼ばれ、芳香族化合物の1つです。

ベンゼンに混酸（濃硝酸と濃硫酸の混合物）を加え、加熱すると得られる化合物です。この化合物は、ニトロベンゾール、ミルバン油とも呼ばれる甘い味覚を有する黄色油状の化合物であり、毒性があります。また、水には極めて溶けにくく、桃を腐らせたような芳香を持ちます。

なお、中性の化合物であり、酸や塩基とは反応しません。



この化合物は（ ）と呼ばれ、芳香族化合物の1つです。

工業的にはベンゼンとプロピレンを材料に（ ）法で得られる化合物です。特異な刺激臭を持つ無色（または白色）の結晶性の化合物です。毒性や腐食性があり、皮膚に触れると薬傷を引き起こします。

なお、極めて弱い弱酸性の化合物であり、水酸化ナトリウムとの中和反応が起こります。中和反応で生じた塩は水によく溶けます。

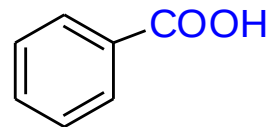
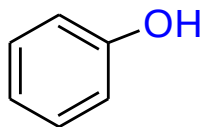
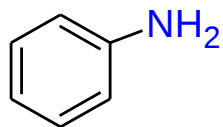
**考えてみよう！**

この2つの化合物の混合物があります。  
分離するにはどうしたらよいのでしょうか？



## 化学 【有機化合物の分離精製】

## 授業資料 II



上に書かれた3つの化合物の混合物があります。

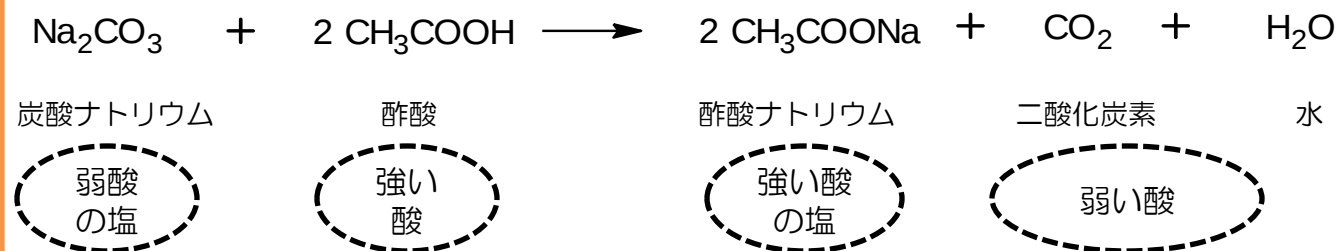
これら3つの化合物を分離するにはどうしたらよいでしょうか？

答えは…

## 化学 【有機化合物の分離精製】

## アドバイス！！

## 反応 &lt;弱酸の遊離&gt;



## 疎水性・親水性

疎水性化合物 → 油系の液体に溶ける。（水系の液体には解けない）

例 脂肪族炭化水素、芳香族炭化水素など

親水性化合物 → 水系の液体に溶ける。（油系の液体には解けない）

例 イオンなどの電荷を持つもの

中和反応で生じる塩は、親水性化合物。