

## 試験問題例と実施後の分析

| 科目名   | 化学      | 学年類型  | 3年理型 | 単元名  | 有機化合物                        |
|---|---------|---|------|--|------------------------------|
| <b>単元の観点ごとの目標</b>   |         |   |      |  |                              |
| <b>知識及び技能</b>   |         | <b>思考力, 判断力, 表現力等</b>   |      | <b>学びに向かう力, 人間性等</b>                               |                              |
| 有機化合物の性質や反応を観察, 実験などを通して探究し, 有機化合物の分類と特徴を理解させるとともに, それらを日常生活や社会と関連付けて考察できるようにすること。                                    |         | 単元の内容について, 実験・演習を通じて探究し, 有機化合物の性質における規則性や関係性を見いだして表現できるようにすること。 |      | 有機化合物が人間生活の中で利用されていることに興味をもち, 科学的に探究すること。          |                              |
| <b>単元の観点ごとの評価規準</b>   |         |   |      |  |                              |
| <b>知識・技能</b>  |         | <b>思考・判断・表現</b>   |      | <b>主体的に学習に取り組む態度</b>                               |                              |
| 有機化合物の性質や反応を観察, 実験などを通して探究し, 有機化合物の分類と特徴を理解するとともに, それらを日常生活や社会と関連付けて考察している。<br>単元の内容に関する実験等の基本操作, 記録の方法などの技能を身に付けている。 |         | 単元の内容について, 実験・演習を通じて探究し, 有機化合物の性質における規則性や関係性を見いだして表現している。       |      | 単元の内容に主体的に関わり, 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。 |                              |
| <b>考查名</b>  | 2学期中間考查 |   |      | <b>想定解答時間</b>                                      | <b>3</b> は12分, <b>5</b> は15分 |

## &lt;本校生徒の実態&gt;

本校は, 生徒の自主自律を重んじ, 部活動も盛んな進学校である。65分授業を実施しており, 理型クラスの理科の科目の時間数は, 標準単位数よりも多めに設定されている。本校生徒の受験勉強に取り組む時期は他校に比べて遅い傾向があるが, 最後まで諦めずに学習に取り組む生徒が多い。

## &lt;出題の意図&gt;

本校の理型クラスの定期考查では, 数学と理科の科目において解答時間が65分(他の多くの科目は50分)である。今回の考查では, 有機化合物の単元において, その分類と特徴を整理できているかを確認し, 官能基, 化学結合, 反応性などの違いを基に有機化合物の構造を決定する問題を作成した。特に, 炭素原子4個のアルケンやエステルについては, 授業で問題演習も含めて詳しく取り扱った。有機化合物の単元では定番と言える内容であるので, 必ず定着させたいと考えた。

## &lt;作成上の留意点&gt;

「思考力, 判断力, 表現力等」を問うことをねらったため, 教科書や問題集を参考にしながら, ある分子の構造についてその具体的な違いや特定する方法を指摘するような問題を作成した。なお, 考查前には, 炭素原子4個のアルケンとエステルに関する問題を出題することを生徒に伝えた。

<問題(その1)> [C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>の異性体] 観点別学習状況の評価 **思考・判断・表現**

- 3** 分子式がC<sub>4</sub>H<sub>8</sub>で表される化合物(a), (b), (c), (d)がある。(a), (b), (c)それぞれ1分子に水素1分子を付加したとき, (a), (b)からは同じ化合物が得られた。(d)は付加反応しなかったが, (d)の水素原子一つを臭素原子に置換した化合物は1種類であった。【(1)は各1点, (2)は各2点, 小計6点】
- (1) (c)と(d)の構造式を答えよ。

(2) (a)と(b)の化合物の違いを二点説明しなさい。このとき、構造式を用いながら説明してもよいものとする。ただし、次の解答は不可とする。

考察・推論

表現・伝達

「(a)と(b)は、化学式が異なる」

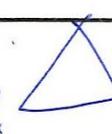
「(a)と(b)は、物質名が異なる」

「(a)と(b)は、沸点や融点に差がある」

<3>における生徒の解答状況>

|   |     |     |  |     |  |
|---|-----|-----|--|-----|--|
| 3 | (1) | (c) | $\text{CH}_2 = \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} - \text{CH}_3$ | (d) | $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\   \quad   \\ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \end{array}$ |
|   | (2) | 違い1 | aとbの片方はシス-トランス異性体を持つが、片方は持たない                                  |     |  |
|   |     | 違い2 | 二重結合の位置が異なる  |     |  |

・違い2について、二重結合の位置が異なるは化学式が異なることと同等と判断し、0点とした。

|   |     |     |  |     |  |
|---|-----|-----|--|-----|--|
| 3 | (1) | (c) | $\text{CH}_2 = \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} - \text{CH}_3$   | (d) | $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\   \quad   \\ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \end{array}$ |
|   | (2) | 違い1 | 2-ブチン-1-オール シス-トランス異性体がある  |     |  |
|   |     | 違い2 | 水が付加されるときの生成物は異なる物質が異なる<br>どう異なるの?  |     |  |

・違い2について、水が付加されたときの生成物を明らかにしてないので、1点とした。

|   |     |     |   |     |  |
|---|-----|-----|---|-----|--|
| 3 | (1) | (c) | $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$   | (d) | $\text{CH}_2 = \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} - \text{CH}_3$ |
|   | (2) | 違い1 | a, bはシス-トランス異性体あり<br>$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}_3\text{C} - \text{C} = \text{C} - \text{CH}_3 \\   \\ \text{H} \end{array}$ と $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}_3\text{C} - \text{C} = \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ に注意。 |     |  |
|   |     | 違い2 |   |     |  |

・「(a)と(b)は立体異性体の関係がない」の記載が抜けていたため、(a), (b)をシス-トランス異性体の関係と判断したのもも2点とした。

【資料1 大問3の得点分布】 受査数 155名 平均点 0.79

| 点数    | 0    | 1    | 2    | 3   | 4   | 5   | 6   |
|-------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| 人数(人) | 102  | 16   | 17   | 9   | 9   | 2   | 0   |
| 割合(%) | 65.8 | 10.3 | 11.0 | 5.8 | 5.8 | 1.3 | 0.0 |

【資料2 (2)の得点分布】 受査数 155名

| 点数    | 0    | 1   | 2    | 3   | 4   |
|-------|------|-----|------|-----|-----|
| 人数(人) | 118  | 1   | 34   | 1   | 1   |
| 割合(%) | 76.1 | 0.6 | 21.9 | 0.6 | 0.6 |

### <3における実施後の教師の指導改善・生徒の学習改善に向けた取組について>

炭素原子4個のアルケンに関する出題を予告していたにもかかわらず、(1)を完答できた生徒が少なく、学習到達度が低いと感じた。ただし、(2)については「違いを説明しなさい」(資料3の下線部①)という抽象的な問い方をしたため、戸惑った生徒も多かった。「(a)と(b)は立体異性体の関係にならない」ことを記載すべきであったと思う。また、アルケンの付加反応に関しては、問題文にマルコフニコフ則(発展的な内容である)の説明が必要であった。さらに「化学式が異なる」(資料3の下線部②)ではなく「構造式が異なる」の表記の方が理解しやすかったかもしれないと思われる。

#### 【資料3 大問3の(2)の問題文】

(2) (a)と(b)の化合物の①違いを二点説明しなさい。このとき、構造式を用いながら説明してもよいものとする。ただし、次の解答は不可とする。

「(a)と(b)は、②化学式が異なる」 「(a)と(b)は、物質名が異なる」 「(a)と(b)は、沸点や融点に差がある」

全体としての問題数が多かったために、生徒は「知識・技能」を問う問題を優先して、3に手をつけなかったと見られる。また、今回の試験範囲は大変広く、構造式をかくことに慣れていない生徒が多いように感じた。急いで授業を進めたわけではなかったが、内容が膨大となったため、構造式の小テストを行う等の指導が必要だったと考えられる。以上のことを踏まえ、次に示すような出題(部が変更点)を提案したい。

#### 改題例

分子式が $C_4H_8$ で表される化合物(a), (b), (c), (d)がある。(a), (b), (c)それぞれ1分子に水素1分子を付加したとき、立体異性体の関係にない(a)と(b)からは同じ化合物が得られた。(d)は付加反応しなかったが、(d)の水素原子一つを臭素原子に置換した化合物は1種類であった。

(1) (c)と(d)の構造式を答えよ。

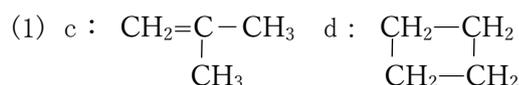
(2) (a)と(b)の化合物の違いを説明した次の文中の(①)~(③)に入る語句を答えよ。

.....(a)と(b)は、(①)異性体であり、水素1分子を付加するとどちらも(②)が生成するが、.....(③)1分子を付加すると一方からは1種類の化合物が、もう一方からは2種類の化合物が生成する。.....

考察・推論

表現・伝達

#### <3の模範解答例>



(2) ・ a と b の一方にはシス・トランス異性体が存在する。

・ a と b 1分子に塩化水素 $\text{HCl}$  (または水 $\text{H}_2\text{O}$ ) 1分子を付加すると、一方は1種類の化合物が、もう一方からは2種類の化合物が生成する。

改題例の(2) ①構造 ②ブタン ③塩化水素 (または水)

<問題(その2)> [C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub>の異性体] 観点別学習状況の評価 **思考・判断・表現**

6 分子式がC<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub>で構造式が互いに異なる化合物A, B, C, Dがある。A~Dに炭酸水素ナトリウム水溶液を加えたところ、Aのみから二酸化炭素が発生した。また、Aの炭素鎖は直鎖構造であった。B, C, Dを加水分解するといずれもアルコールとカルボン酸が得られた。Bを加水分解したところ、アルコールEとカルボン酸Fが得られ、Eを硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加えて加熱したところ、Fが生じた。Cを加水分解すると銀鏡反応を示す物質が生じたが、Dを加水分解しても銀鏡反応を示す物質は生じなかった。

【各1点(C'と特定する方法は、C'が正解の場合のみ採点)、小計7点】

(1) 化合物A, B, D, E, Fの構造式を答えよ。

(2) 化合物Cには、二つの構造異性体が考えられる。どちらか一つの構造異性体(C'とする)の構造式を答え、二つの構造異性体のうちC'に特定する方法を答えよ。

検証計画の立案

表現・伝達

<6における生徒の解答状況>

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| 6 | A<br>$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ | B<br>$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ | D<br>$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_3$                     |
|   | E<br>$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$   | F<br>$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$                        | C'<br>$\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$ |
|   | C'に特定する方法<br>化合物Cを加水分解して生じたアルコールがヨードホルム反応を示したら、その化合物はC'だと特定できる。                              |   |   |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| 6 | A<br>$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ | B<br>$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ | D<br>$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_3$           |
|   | E<br>$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$   | F<br>$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$                        | C'<br>$\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ |
|   | C'に特定する方法<br>Cを加水分解して得たアルコールを酸化し、その銀鏡反応を起こしてC'を特定できる。  |   |   |

・上の二つは、C'を特定する方法としてふさわしいと判断できるので正解とした。

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| 6 | A<br>$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ | B<br>$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ | D<br>$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_3$                     |
|   | E<br>$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$   | F<br>$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$                        | C'<br>$\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$ |
|   | C'に特定する方法<br>出てきたアルコールを酸化して還元性をもたない物質となったC'。<br>加水分解して見分けた                                   |   |   |

・C'を特定する方法の説明が不十分(「出てきたアルコール」では意味が通じず、還元性をもつかも

たないかについて、特定する反応名を記載できていない) のため、C'のみ正答とした。

【資料3 大問6の得点分布】 受査数 155名 平均点 1.45

| 点数    | 0    | 1    | 2   | 3   | 4    | 5   | 6   | 7   |
|-------|------|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| 人数(人) | 83   | 27   | 7   | 3   | 18   | 5   | 6   | 6   |
| 割合(%) | 53.5 | 17.4 | 4.5 | 1.9 | 11.6 | 3.2 | 3.9 | 3.9 |

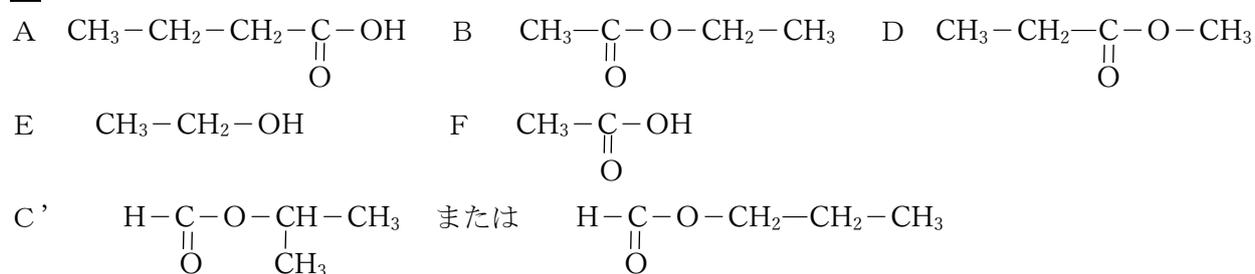
【資料4 C'の特定方法得点分布】

| 点数    | 0    | 1   | 2   |
|-------|------|-----|-----|
| 人数(人) | 143  | 5   | 7   |
| 割合(%) | 76.1 | 3.2 | 4.5 |

### <6>における実施後の教師の指導改善・生徒の学習改善に向けた取組について>

炭素原子4個のエステルに関する出題を予告していたにもかかわらず、「知識・技能」を問う問題を優先したのか、大問3と同様こちらも手を付けず、構造式をかくことに慣れていない生徒が多いように感じたため、答案返却時には、復習プリント(有機化合物の系統図、大問3, 6の類題)を実施した。時間的に毎時間の小テスト実施は難しいが、単元ごとの確認テスト実施を検討したい。

### <6>の模範解答例>



C' を特定する方法

(左側の構造のとき)

加水分解して得られるアルコールがヨードホルム反応を示すことで特定できる。

(右側の構造のとき)

加水分解して得られるアルコールを酸化したときに得られる化合物が銀鏡反応(フェーリング液の還元)を示すことで特定できる。