


平成 24 年度入学試験問題

理 科

注 意 事 項

1. 指示があるまで、この冊子の中を見てはいけません。
2. 生物、物理、化学の中から 2 科目選択しなさい。
3. 1 科目につき 1 枚の解答用紙を使用しなさい。なお、解答用紙(2 枚)は、各科目に共通です。
4. 各解答用紙には解答欄の他に次の記入欄があるので、正確に記入しなさい。
  - ① 氏名欄……………氏名を記入しなさい。
  - ② 受験番号欄……………受験番号(6 桁の数字)を記入し、受験番号をマーク欄に必ずマークしなさい。
  - ③ 解答科目欄……………解答する科目名を記述欄に必ず記入し、当該科目の下のマーク欄に必ずマークしなさい。
5. マークには HB の鉛筆を使用し、次の例のように、濃く正しくマークしなさい。

良い例……………

悪い例……………

正確にマークされていない場合、採点できないことがあります。

6. 解答上の注意が問題毎に指示されている場合があります。注意して下さい。
7. 答を修正する場合は必ず「プラスチック製消しゴム」で完全に消し、消しくずを解答用紙上に残してはいけません。
8. 中途退場は認めません。
9. 試験中に質問がある場合は、手をあげて申し出なさい。
10. この冊子の余白を計算用紙に用いてかまいません。
11. 試験終了後、この冊子は持ち帰りなさい。
12. この冊子は、全部で 29 ページです。生物、物理、化学の順になっています。

目 次

生 物	1～11 ページ(問題 I～III)
物 理	12～20 ページ(問題 I～IV)
化 学	21～29 ページ(問題 I～IV)

# 化 学

I 次の文章を読み、問に答えよ。[解答欄 ア ~ シ]

周期表の中央部分に位置する3から11族の元素を遷移元素という。これらの元素はすべて ア 元素であるが、イ 元素のそれとは異なる性質を示す。一般に、イ 元素では、原子番号の増加とともに最外殻の電子が規則的に増加するため、ウ ごとに類似の化学的性質を示す。一方、遷移元素では最外殻の電子は( A )から( B )個であるため、原子番号が増加しても化学的性質は変化せず、エ で似た化学的性質を示す。

遷移元素のイオンは、通常、他の分子やイオンと結合して オ を形成する。遷移元素のイオンに結合する分子やイオンを カ といひ、その数は元素の種類によって一定の値に限定されている。カ は、遷移元素のイオンに電子対を与え結合を形成する。この結合を キ といひ、ク の一種である。オ の例として、 $\text{Fe}^{2+}$  の水溶液に KCN 水溶液を十分量を加えた溶液中で形成される[ C ]などが挙げられる。

問 1 文章中の空欄に最も適切な語をそれぞれの選択肢から選べ。ア ~ ク

- |   |            |          |         |
|---|------------|----------|---------|
| <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ア</span> | ① 希ガス      | ② ハロゲン   | ③ 金属    |
|   | ④ 非金属      | ⑤ 典型     |         |
| <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">イ</span> | ① 希ガス      | ② ハロゲン   | ③ 金属    |
|   | ④ 非金属      | ⑤ 典型     |         |
| <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ウ</span> | ① 原子番号     | ② 原子量    | ③ 中性子数  |
|   | ④ 族        | ⑤ 周期     |         |
| <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">エ</span> | ① 同一周期     | ② 同一の族   |         |
|   | ③ 一つおきの周期  | ④ 一つおきの族 |         |
|   | ⑤ すべての周期と族 |          |         |
| <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">オ</span> | ① 配位体      | ② 錯分子    | ③ 錯イオン  |
|   | ④ 錯塩       | ⑤ 配位イオン  |         |
| <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">カ</span> | ① 錯分子      | ② 配位体    | ③ 錯体    |
|   | ④ 配位子      | ⑤ 錯イオン対  |         |
| <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">キ</span> | ① 共有結合     | ② 配位結合   | ③ イオン結合 |
|   | ④ 水素結合     | ⑤ 分子間結合  |         |
| <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ク</span> | ① 共有結合     | ② 配位結合   | ③ イオン結合 |
|   | ④ 水素結合     | ⑤ 分子間結合  |         |

問 2 空欄( A )( B )に入る数字をマークせよ。  ,

( A )

( B )

問 3 下線部 a の分子やイオンすべてに共通する性質を以下から選べ。

- |             |             |
|-------------|-------------|
| ① 水素原子を含む   | ② ハロゲン原子を含む |
| ③ 陽イオンである   | ④ 陰イオンである   |
| ⑤ 非共有電子対をもつ | ⑥ 不対電子をもつ   |
| ⑦ 共有電子対をもつ  | ⑧ 単原子分子である  |

問 4 下線部 b の溶液は淡い黄色を呈する。この色を示すのは、溶液中で[ C ]が形成されるからである。[ C ]の名称を選べ。

- |                 |                  |
|-----------------|------------------|
| ① ヘキサシアノ鉄(Ⅱ)イオン | ② ヘキサシアノ鉄(Ⅱ)酸イオン |
| ③ テトラシアノ鉄(Ⅱ)イオン | ④ テトラシアノ鉄(Ⅱ)酸イオン |
| ⑤ ヘキサアクア鉄(Ⅱ)イオン | ⑥ ヘキサアクア鉄(Ⅱ)酸イオン |
| ⑦ テトラアクア鉄(Ⅱ)イオン | ⑧ テトラアクア鉄(Ⅱ)酸イオン |

II 次の文章を読んで、問に答えよ。なお、必要であれば、 $\sqrt{1.6} = 1.3$ ,  $\log 1.6 = 0.20$ ,  $\sqrt{10} = 3.2$  を用いよ。[解答欄  ~  ]

酢酸を水に溶解すると酢酸分子の一部は電離して、(1)式のように電離平衡の状態となる。



一般に電離平衡にある、濃度  $C$  (mol/l) の酢酸水溶液において、 $K_a$  を酢酸の電離定数、 $\alpha$  を酢酸の電離度とすると、

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \quad \dots\dots(2)$$

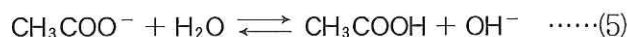
$$\alpha = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}] + [\text{CH}_3\text{COO}^-]} \quad \dots\dots(3)$$

が成り立つ。この状態における酢酸イオンと水素イオンの濃度を  $C$  および  $\alpha$  を用いて表すと、いずれも  (mol/l) となる。また、電離度  $\alpha$  が 1 に比べて非常に小さい場合、 $\alpha$  と  $[\text{H}^+]$  を  $C$  と  $K_a$  で表すと次のようになる。

$$\alpha = \text{イ}, \quad [\text{H}^+] = \text{ウ} \quad (\text{mol/l})$$

いま、25℃で  $K_a = 1.6 \times 10^{-5}$  (mol/l) とするとき、 $1.6 \times 10^{-1}$  mol/l 酢酸水溶液における  $\alpha$  の値は ,  $[\text{H}^+]$  の値は  (mol/l) となる。また、25℃でこの  $1.6 \times 10^{-1}$  mol/l 酢酸水溶液を 10 倍に希釈したとき、薄める前と比較すると  $K_a$  は  倍、 $\alpha$  は  倍、および  $[\text{H}^+]$  は  倍となる。

一方、酢酸ナトリウムは水溶液中で(4)式のように完全に電離する。酢酸イオンの一部は(5)式に従って加水分解し、水酸化物イオンを生じる。



(5)式の平衡定数を加水分解定数  $K_h$  とすると、 $K_h$  は(6)式のように表される。

$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \quad \dots\dots(6)$$

また、 $K_h$  を酢酸の電離定数  $K_a$  と水のイオン積  $K_w$  で表すと

$$K_h = \text{ケ} \quad \dots\dots(7)$$

となる。

(5)式において、酢酸と水酸化物イオンは等モル生成し、また、酢酸イオンの加水分解はごくわずかであるので酢酸イオンの濃度は酢酸ナトリウム水溶液の濃度  $C$  (mol/l) に等しいと仮定すると、式(6)、式(7)より、 $[\text{OH}^-] = \text{コ}$  と表すことができ、これより  $[\text{H}^+] = \text{サ}$  となる。

問 1  に適した式を選べ。

- ①  $C + a$       ②  $C - a$       ③  $C^2 a^2$       ④  $C^2 a$   
⑤  $Ca^2$       ⑥  $Ca$       ⑦  $\frac{a}{C}$       ⑧  $\frac{C}{a}$

問 2  と  に適した式をそれぞれ一つずつ選べ。

- ①  $\frac{K_a}{C}$       ②  $\frac{C}{K_a}$       ③  $CK_a$       ④  $\sqrt{\frac{K_a}{C}}$   
⑤  $\sqrt{\frac{C}{K_a}}$       ⑥  $\sqrt{CK_a}$       ⑦  $C\sqrt{K_a}$       ⑧  $K_a\sqrt{C}$

問 3  と  に最も適した数値をそれぞれ一つずつ選べ。

- ①  $2.6 \times 10^{-6}$       ②  $6.4 \times 10^{-6}$       ③  $1.0 \times 10^{-4}$       ④  $6.4 \times 10^{-4}$   
⑤  $1.6 \times 10^{-3}$       ⑥  $1.0 \times 10^{-2}$       ⑦  $1.0 \times 10^2$       ⑧  $1.0 \times 10^4$

問 4  ~  に最も適した数値をそれぞれ一つずつ選べ。

- ①  $\frac{1}{10}$       ②  $\sqrt{\frac{1}{10}}$       ③ 1      ④ 10      ⑤  $\sqrt{10}$

問 5  に適する式を選べ。

- ①  $K_a + K_w$       ②  $K_a - K_w$       ③  $K_a K_w$       ④  $\frac{K_w}{K_a}$       ⑤  $\frac{K_a}{K_w}$   
⑥  $\sqrt{K_a + K_w}$       ⑦  $\sqrt{\frac{K_w}{K_a}}$       ⑧  $\sqrt{\frac{K_a}{K_w}}$       ⑨  $\sqrt{K_w K_a}$

問 6  と  に適した式をそれぞれ一つずつ選べ。

- ①  $\frac{K_a C}{K_w}$       ②  $\frac{K_w C}{K_a}$       ③  $\sqrt{\frac{K_a C}{K_w}}$       ④  $\sqrt{\frac{K_w}{K_a C}}$   
⑤  $\sqrt{\frac{K_w C}{K_a}}$       ⑥  $\sqrt{\frac{C}{K_a K_w}}$       ⑦  $\sqrt{\frac{K_a}{K_w C}}$       ⑧  $\sqrt{\frac{K_a K_w}{C}}$



Ⅲ 次の文章を読み、問に答えよ。[解答欄  ~ ]

物質が酸素と化合することや、化合物から水素が奪われたりすることが酸化である。逆に物質が酸素を失うことや、水素と結合することが還元である。また、酸素や水素が関係しない反応では、電子の授受によって酸化と還元を定義する。この場合、電子を  ことが酸化であり、その逆が還元である。より一般的には、酸化数の変化により酸化と還元を定義する。すなわち、酸化数が  することが酸化であり、その逆が還元である。このような酸化と還元は同時に對になつておこり、合わせてこの反応を酸化還元反応という。

過酸化水素( $\text{H}_2\text{O}_2$ )は、反応する相手の化合物によって、酸化剤として機能したり、還元剤として機能したりする。その例を二つあげる。硫酸酸性水溶液中で、<sup>a</sup>過マンガン酸カリウム( $\text{KMnO}_4$ )に  $\text{H}_2\text{O}_2$  を反応させると、溶液の色が赤紫色からほぼ無色となった。このとき、 $\text{H}_2\text{O}_2$  は電子を ,  として働いている。また硫酸酸性水溶液中で、<sup>b</sup>ヨウ化カリウム( $\text{KI}$ )に  $\text{H}_2\text{O}_2$  を反応させると、水溶液の色が無色から褐色になった。このとき、 $\text{H}_2\text{O}_2$  は  として働く。

問 1  ~  に適する語句を下記から選べ。

- |                                |       |        |      |
|--------------------------------|-------|--------|------|
| <input type="text" value="ア"/> | ① 失う  | ② 受け取る |      |
| <input type="text" value="イ"/> | ① 増加  | ② 減少   |      |
| <input type="text" value="ウ"/> | ① 失い  | ② 受け取り |      |
| <input type="text" value="エ"/> | ① 還元剤 | ② 酸化剤  | ③ 触媒 |
| <input type="text" value="オ"/> | ① 還元剤 | ② 酸化剤  | ③ 触媒 |

問 2 下線部 a の反応で、1 mol の  $\text{KMnO}_4$  と反応する  $\text{H}_2\text{O}_2$  の物質量はいくらか。次の①~⑨の中から一つ選べ。  mol

- |                 |                 |                 |                 |     |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----|
| ① 5             | ② 3             | ③ $\frac{5}{2}$ | ④ 2             | ⑤ 1 |
| ⑥ $\frac{1}{2}$ | ⑦ $\frac{2}{5}$ | ⑧ $\frac{1}{3}$ | ⑨ $\frac{1}{5}$ |     |

問 3 下線部 a の反応で、硫酸を加えずに行った場合、1 mol の  $\text{KMnO}_4$  と反応する  $\text{H}_2\text{O}_2$  の物質量は硫酸酸性下で行った場合と比べてどうなるか。 キ

- ①  $\text{KMnO}_4$  と  $\text{H}_2\text{O}_2$  との反応は全く起こらなくなる。
- ② 硫酸酸性下と同じ反応が起きるので、等しい物質質量である。
- ③  $\text{KMnO}_4$  が Mn 金属となるので  $\text{H}_2\text{O}_2$  の物質質量が増加する。
- ④  $\text{KMnO}_4$  が Mn 金属となるので  $\text{H}_2\text{O}_2$  の物質質量が減少する。
- ⑤  $\text{KMnO}_4$  が MnO となるので  $\text{H}_2\text{O}_2$  の物質質量が増加する。
- ⑥  $\text{KMnO}_4$  が MnO となるので  $\text{H}_2\text{O}_2$  の物質質量が減少する。
- ⑦  $\text{KMnO}_4$  が  $\text{MnO}_2$  となるので  $\text{H}_2\text{O}_2$  の物質質量が増加する。
- ⑧  $\text{KMnO}_4$  が  $\text{MnO}_2$  となるので  $\text{H}_2\text{O}_2$  の物質質量が減少する。
- ⑨  $\text{KMnO}_4$  が  $\text{Mn(OH)}_2$  となるので  $\text{H}_2\text{O}_2$  の物質質量が増加する。
- ⑩  $\text{KMnO}_4$  が  $\text{Mn(OH)}_2$  となるので  $\text{H}_2\text{O}_2$  の物質質量が減少する。

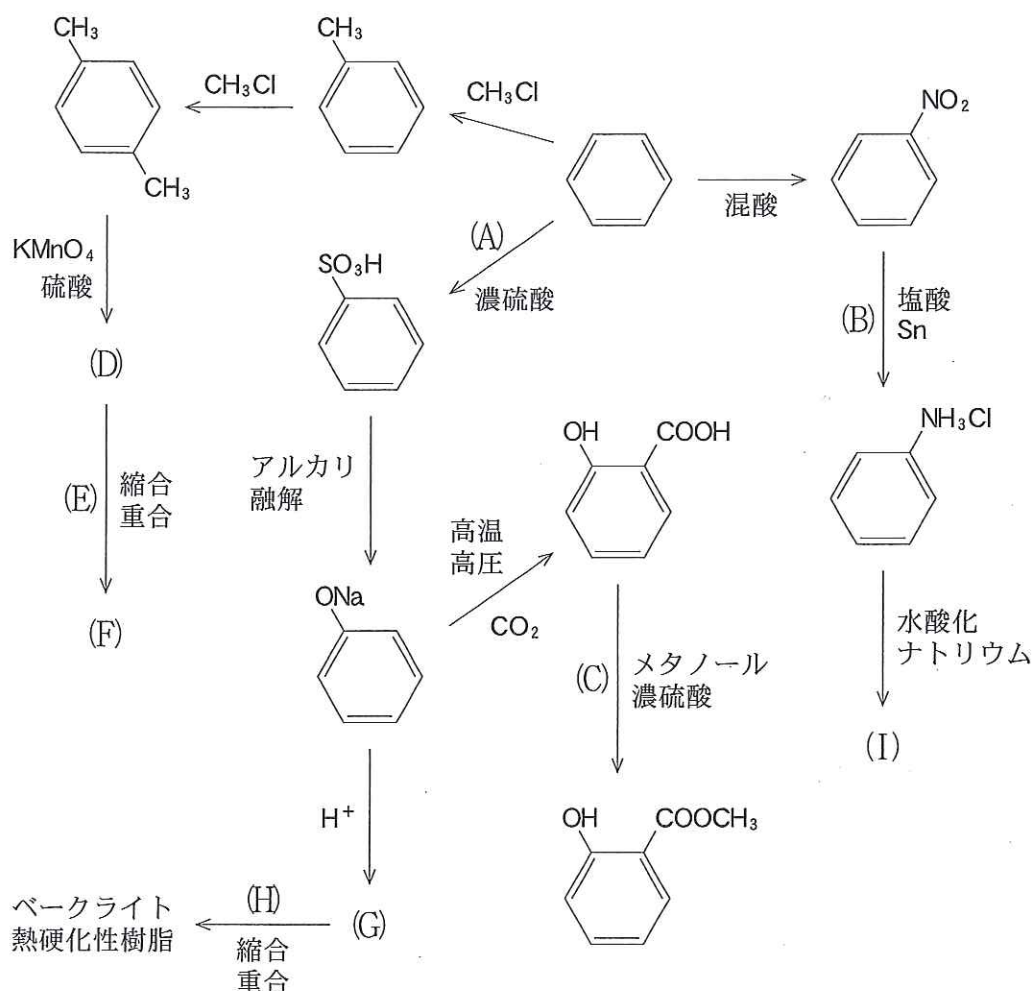
問 4 下線部 a の反応を、硫酸の代わりに塩酸を用いて行った場合、1 mol の  $\text{KMnO}_4$  と反応する  $\text{H}_2\text{O}_2$  の物質質量は硫酸酸性下で行った場合と比べ、どうなるか。 ク

- ①  $\text{KMnO}_4$  と  $\text{H}_2\text{O}_2$  との反応は全く起こらなくなる。
- ② 硫酸酸性下と同じ反応が起きるので、等しい物質質量である。
- ③  $\text{KMnO}_4$  が Mn 金属となるので  $\text{H}_2\text{O}_2$  の物質質量が増加する。
- ④  $\text{KMnO}_4$  が Mn 金属となるので  $\text{H}_2\text{O}_2$  の物質質量が減少する。
- ⑤  $\text{KMnO}_4$  が HCl と酸化還元反応するので  $\text{H}_2\text{O}_2$  の物質質量が増加する。
- ⑥  $\text{KMnO}_4$  が HCl と酸化還元反応するので  $\text{H}_2\text{O}_2$  の物質質量が減少する。
- ⑦ HCl が  $\text{H}_2\text{O}_2$  と酸化還元反応するので  $\text{H}_2\text{O}_2$  の物質質量が増加する。
- ⑧ HCl が  $\text{H}_2\text{O}_2$  と酸化還元反応するので  $\text{H}_2\text{O}_2$  の物質質量が減少する。

問 5 下線部 b の反応では、ヨウ素原子の酸化数は、どのように変化したか。 ケ

- ① 増加                      ② 減少                      ③ 変化しない

IV 下図はベンゼンを起点とした様々な化合物に至る反応経路の概略図である。各反応に必要な試薬、化合物、操作等を記した。多くの触媒は省略してある。図中の反応(A)~(C)及び化合物(D)~(I)に関する間に答えよ。問1, 3, 4は正解が複数あれば解答欄の該当する番号をすべてマークすること。[解答欄  ~  ]



問1 反応(A), (B), (C)はそれぞれどのような反応か。該当するものを全て選べ。必要であれば同じものを2回以上選んでもよい。

(A)  (B)  (C)

- |         |        |         |          |
|---------|--------|---------|----------|
| ① ニトロ化  | ② ジアゾ化 | ③ エステル化 | ④ カップリング |
| ⑤ スルホン化 | ⑥ 置換   | ⑦ 縮合    | ⑧ 付加     |
| ⑨ 還元    | ⑩ 酸化   |         |          |



問 2 (D)と(E)の縮合重合により高分子化合物(F)が生成される。(D), (E), (F)として各々適当なものを, (D)は[1], (E)は[2], (F)は[3]の中から選べ。

(D)  (E)  (F)

- |     |                  |                       |          |
|-----|------------------|-----------------------|----------|
| [1] | ① 安息香酸           | ② サリチル酸               | ③ フタル酸   |
|     | ④ <i>p</i> -キシレン | ⑤ $\epsilon$ -カプロラクタム | ⑥ イソフタル酸 |
|     | ⑦ ポリビニルアルコール     | ⑧ <i>p</i> -クレゾール     | ⑨ テレフタル酸 |
|     | ⑩ アジピン酸          |                       |          |
| [2] | ① ヘキサメチレンジアミン    | ② メラミン                |          |
|     | ③ 尿 素            | ④ アクリル酸               |          |
|     | ⑤ グリセロール         | ⑥ 1,3-プロパンジオール        |          |
|     | ⑦ 酢酸ビニル          | ⑧ 1,2-エタンジオール         |          |
|     | ⑨ プロピレン          | ⑩ <i>p</i> -ジビニルベンゼン  |          |
| [3] | ① ポリプロピレン        | ② ポリエステル              | ③ アクリル繊維 |
|     | ④ ポリアミド          | ⑤ ビニロン                | ⑥ レーヨン   |
|     | ⑦ エポナイト          | ⑧ アルキド樹脂              | ⑨ メラミン樹脂 |
|     | ⑩ 尿素樹脂           |                       |          |

問 3 (G)について正しいものを全て選べ。

- ① 常温で液体である。
- ② 金属ナトリウムと反応して水素を発生する。
- ③ ベンゼン環上で置換反応より付加反応を起こしやすい。
- ④ 濃硫酸を加えて無水酢酸と反応させるとエステルを作る。
- ⑤ 水溶液に塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると紫色を呈する。
- ⑥ 水溶液中で混酸と反応させるとベンゼン環のメタの位置がニトロ化される。
- ⑦ 水溶液に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると気体を発生する。
- ⑧ 水溶液に水酸化ナトリウムとヨウ素を加えて加熱すると黄色の沈殿を生じる。
- ⑨ 水溶液に充分量の臭素水を加えると褐色の沈殿を生じる。
- ⑩ 水溶液にフェーリング液を加えて加熱すると赤色の沈殿を生じる。

問 4 (G)に(H)を付加して縮合重合させるとベークライト樹脂が合成される。(H)について正しいものを全て選べ。

- ① 酸化作用がある。
- ② 還元作用がある。
- ③ エタノールの酸化により生成される。
- ④ メタノールの酸化により生成される。
- ⑤ エチレンの酸化により生成される。
- ⑥ 濃硫酸を加えて 130℃ に加熱するとエーテルを生成する。
- ⑦ 濃硫酸を加えてカルボン酸と反応させるとエステルを生成する。
- ⑧ 酸化されると還元作用のある酸になる。
- ⑨ 酸化されると酸化作用のある酸になる。
- ⑩ 酸化されると還元作用のあるアルデヒドになる。

問 5 (I)に実験操作(1)~(4)を行った。各実験操作により生じる色として最も適当なものを選べ。必要であれば同じものを 2 回以上選んでもよい。

実験操作

- (1) (I)の水溶液にさらし粉溶液を加える。
- (2) (I)の水溶液に硫酸存在下で二クロム酸カリウムを加えて加温する。
- (3) 冷却した(I)の塩酸溶液に亜硝酸ナトリウムを加えた後、加温してから水酸化ナトリウム水溶液を加える。
- (4) 冷却した(I)の塩酸溶液に亜硝酸ナトリウムを加えた後、冷却したまま化合物(G)の水酸化ナトリウム水溶液を加えてから加熱する。

- ① 濃青色                      ② 黒 色                      ③ 青白色                      ④ 桃 色
- ⑤ 橙黄色                      ⑥ 白 色                      ⑦ 緑 色                      ⑧ 紫 色
- ⑨ 褐 色                      ⑩ 無色(色の変化は生じない)