

平成 29 年度技術士第二次試験

筆記試験問題・合格答案実例集  
[化学部門]

APEC-semi & SUKIYAKI 塾

# 問題文と正答

(必須科目)

5 化学部門【必須科目 I】

I 次の20問題のうち15問題を選び解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

I-1 セラミックスの結合は、共有結合とイオン結合の中間的なものである。次の化合物をイオン結合性の割合が大きい順に並べたとき、最も適切なものはどれか。

- ①  $\text{CaO} > \text{ZrO}_2 > \text{SiO}_2 > \text{TiN} > \text{SiC}$
- ②  $\text{CaO} > \text{SiO}_2 > \text{ZrO}_2 > \text{SiC} > \text{TiN}$
- ③  $\text{ZrO}_2 > \text{CaO} > \text{SiO}_2 > \text{TiN} > \text{SiC}$
- ④  $\text{ZrO}_2 > \text{SiO}_2 > \text{CaO} > \text{SiC} > \text{TiN}$
- ⑤  $\text{SiO}_2 > \text{CaO} > \text{ZrO}_2 > \text{TiN} > \text{SiC}$

I-2 周期表2族元素に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ベリリウムは、化学的にはマグネシウムあるいはアルミニウムに類似した性質を示す。X線管の窓や原子炉減速材などに用いられる。
- ② マグネシウムは、アルカリ土類金属に分類されることが多く、炎色反応では橙色（橙赤色）を呈する。マグネシウム合金は自動車、航空機などの材料として重要である。
- ③ カルシウムは、アルカリ土類金属に分類されており、ケイ酸塩、炭酸塩、硫酸塩などとして広く分布する。ヒドロキシアパタイト ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ) は人工骨などに用いられる。
- ④ ストロンチウムは、アルカリ土類金属に分類されており、化学的にはカルシウムとバリウムの中間の性質を示す。炎色反応では赤色（紅色）を呈する。
- ⑤ バリウムは、アルカリ土類金属に分類されており、炎色反応では淡緑色（黄緑色）を呈する。チタンとの複酸化物 ( $\text{BaTiO}_3$ ) はコンデンサーとして用いられる。

I-3 粉末X線回折法に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① X線が結晶格子で回折する現象を利用して、主として試料の元素分析に用いられる。
- ② X線回折計でよく利用される特性X線は、銅 (Cu) の $K\alpha$ 線である。
- ③ 回折線の強度から、固溶体組成の定量分析を行うことができる。
- ④ 回折線の位置から、結晶子の大きさを求めることができる。
- ⑤ 回折線の幅から、結晶の格子定数を求めることができる。

I-4 次のうち、半導体として最も適切な物質はどれか。

- ① アルミニウム (Al)
- ② 酸化アルミニウム ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )
- ③ 酸化マグネシウム (MgO)
- ④ 窒化ケイ素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )
- ⑤ 窒化ガリウム (GaN)

I-5 次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 1 kgのヘプタンが完全燃焼すると、約3 kgの二酸化炭素が生成する。
- ② 2 kgのヘプタンが完全燃焼すると、約3 kgの二酸化炭素が生成する。
- ③ 1 kgのヘプタンが完全燃焼するためには、約1.1 kgの酸素を必要とする。
- ④ 1 kgのヘプタンが完全燃焼すると、約4 kgの二酸化炭素が生成する。
- ⑤ 1 kgのヘプタンが完全燃焼すると、約0.7 kgの水が生成する。

I-6 アルコールに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① *n*-ブチルアルコールを酸化すると、銀鏡反応に対して陽性を示す生成物を得る。
- ② *sec*-ブチルアルコールは、ヨードホルム反応に対して陽性を示す。
- ③ *tert*-ブチルアルコールを酸性条件で脱水することで、2-メチルプロペンを得る。
- ④ ブチルアルコールは、*n*-、*sec*-、*tert*-の順に沸点が高くなる。
- ⑤ 炭素原子数3までのすべての飽和1価アルコールは、水と任意の割合で混和する。

I-7 フェノールに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① クメン法によるフェノールとアセトンの生産比率は固定されているために、2つの化学品需要が存在しなければならないことが欠点である。
- ② ベンゼンをスルホン化し、生成したベンゼンスルホン酸からフェノールを生産する方法は、硫酸や水酸化ナトリウムが安価なため、欧米では現在も主たるフェノール生産法である。
- ③ ピクリン酸は、フェノールをスルホン化してから濃硝酸でニトロ化して得られる。
- ④ ナトリウムフェノキシドに二酸化炭素を高温、高圧で反応させ、硫酸で処理するとサリチル酸が得られる。
- ⑤ フェノールとアセトンとを縮合させて得られるビスフェノールAとホスゲンの重縮合反応によってポリカーボネートが製造される。

I-8 化学物質管理に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 労働安全衛生法が改正（平成26年6月25日公布）され、一定の危険有害性のある、法で定められた化学物質について事業場でのリスクアセスメントが、平成28年6月1日から義務づけられた。
- ② 特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律（化管法）で対象となる化学物質は、第一種指定化学物質と第二種指定化学物質に区分されている。
- ③ 化管法SDS（安全データシート）制度は、事業者が、指定された化学物質を他の事業者に譲渡又は提供する際、その化学物質の性状や取扱いに関する情報の提供を義務づける制度である。
- ④ SDSの記載項目は、「化学品の分類及び表示に関する世界調和システム（GHS）」に整合するよう日本工業規格で規定されている。
- ⑤ 化管法では、一般消費者の生活用製品もGHSに基づくSDSの対象としている。

I-9 次の成分のうち、自動車ガソリンの日本工業規格（JIS K2202:2012）で規格値が定められていないものはどれか。

- ① 硫黄分    ② 酸素分    ③ 鉄分    ④ ベンゼン    ⑤ エタノール

I-10 廃棄物リサイクルに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 使用済み製品や工場で発生する端材などを回収して、新しい製品の材料として用いる手法をマテリアルリサイクルという。
- ② サーマルリサイクルとは、廃棄物を燃やしたときの排熱を回収して蒸気や温水を作り、発電や給湯などに利用する手法で、容器包装リサイクル法では、最も優先順位の高い手法とされている。
- ③ 廃プラスチックを化学分解して原料に戻し、製品に再生する手法をケミカルリサイクルといい、マテリアルリサイクルと比較して品質劣化の心配が少ない。
- ④ 自社のサプライチェーンの中で、回収した使用済み製品の部材を、同種の製品の材料として使用する手法をクローズドリサイクルという。
- ⑤ 循環型社会形成推進基本法では、廃棄物の発生抑制（リデュース）や分別回収による部品の再使用（リユース）が、リサイクルに優先する取組とされている。

I-11 グリーンケミストリーとは「環境にやさしいものづくりの化学」である。次に示す合成プロセスに関する課題のうち、グリーンケミストリーの研究開発課題として最も不適切なものはどれか。

- ① 危険有害物質を出さない、使わないプロセスの採用
- ② 原子効率が高く、E-ファクターの小さい反応経路の採用
- ③ 多段プロセスから収率を高めるための少数段化
- ④ 触媒を使用しない反応への転換
- ⑤ 反応媒体を、無害で分離精製が容易なものに変更

I-12 次のうち、2015年における世界の再生可能エネルギーによる発電量を大きい順に並べたものとして最も適切なのはどれか。

- ① 風力 > 水力 > 地熱 > バイオマス > 太陽光
- ② 風力 > 太陽光 > 水力 > 地熱 > バイオマス
- ③ バイオマス > 水力 > 風力 > 地熱 > 太陽光
- ④ 水力 > バイオマス > 風力 > 地熱 > 太陽光
- ⑤ 水力 > 風力 > バイオマス > 太陽光 > 地熱

I-13 高分子材料に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ポリエチレンテレフタレートガラス転移温度は、室温より低い。
- ② ポリ塩化ビニルの酸素透過度は、ポリビニルアルコールより大きい。
- ③ ポリメチルメタクリレートは、透明性に優れた材料として用いられる。
- ④ ポリプロピレンは、分子内に第3級の炭素を有しているため、酸化されやすい。
- ⑤ ニトリルゴムは、耐油性に優れている。

I-14 プラスチックの成形法に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 射出成形法は、三次元形状成形品を作る生産性に優れた方法である。
- ② 二軸延伸法は、熱硬化性樹脂の成形に採用される。
- ③ ペットボトルは、まず射出成形法で試験管状のプリフォームを作り、その後に延伸中空成形法を適用して作られる。
- ④ ガスアシスト射出成形法は、成形品に中空構造を形成して、そりのない高精度な成形品を作る方法である。
- ⑤ 押出成形法により、シートを作ることができる。

I-15 次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 分子間に働くファン・デル・ワールス力は、水素結合より弱い。
- ② 密度や組成のゆらぎがあると、高分子の透明性向上の妨げになる。
- ③ 複屈折を測定することにより、高分子の密度を求めることができる。
- ④ ポリプロピレンは、フィルムコンデンサーの誘電体として用いられる。
- ⑤ プラスチックの屈折率を大きくするには、芳香環の導入が有効である。

I-16 炭素材料に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 活性炭は、電気二重層キャパシタの電極に用いられる。
- ② カーボンブラックは、ゴム補強用充填剤に用いられる。
- ③ 黒鉛の電気抵抗は、等方性を示す。
- ④ グラフェンは、炭素の二次元シートである。
- ⑤ ポリアクリロニトリル繊維を炭素化することにより、炭素繊維を製造することができる。

I-17 次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 電離度は、電離した電解質の量の溶解した電解質全量に対する比で定義され、塩酸などの強酸溶液ではほぼ1となる。
- ② 圧縮係数は、実在気体の理想気体からの偏りを表し、理想気体では1である。
- ③ 固体触媒反応において、実際の反応速度の、触媒粒子内拡散を無視した理想的な反応速度に対する比を、触媒有効係数という。
- ④ 塔効率は、蒸留塔において、所要理論段数の所要実段数に対する比をいい、塔内の分離性能の尺度を表す。
- ⑤ 気液平衡にある2成分において、相対揮発度（又は比揮発度）が1の時、最も蒸留分離しやすくなる。

I-18 球形粒子の沈降速度に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 同一粒子を粘度のみが異なる媒体中で沈降させた場合、高粘度媒体中の粒子の終末沈降速度は低粘度媒体中の粒子の終末沈降速度より小さくなる。
- ② 同一媒体中で粒子径のみが異なる粒子を沈降させた場合、粒径の小さい粒子の終末沈降速度は粒径の大きい粒子の終末沈降速度より小さくなる。
- ③ 粒子と媒体との密度差のみが異なる条件で沈降させた場合、密度差の小さい条件での終末沈降速度は密度差の大きい条件での終末沈降速度より小さくなる。
- ④ 粒子レイノルズ数が1以下の領域で抵抗係数は粒子レイノルズ数に比例する。
- ⑤ 粒径分布測定の迅速化のために、遠心力を利用した測定が行われる場合がある。

I-19 浸透圧は溶液の濃度と絶対温度によって決まる。次のうち、この関係を表す法則名として最も適切なものはどれか。

- ① ファント・ホッフ (van't Hoff) の法則
- ② 質量作用の法則
- ③ ラウール (Raoult) の法則
- ④ ヘス (Hess) の法則
- ⑤ フィック (Fick) の法則

I-20 熱力学に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 対応状態原理によると、圧縮係数は対臨界圧、対臨界温度、臨界圧縮係数の関数である。
- ② 2成分系が1つの相となる場合には、温度、圧力を決めると系の状態は十分に記述される。
- ③ 理想溶液とは、混合物中の各成分の活量係数が1となる溶液である。
- ④ 混合物中の成分  $i$  の活量係数は、混合物中の成分  $i$  のフガシティーを、成分  $i$  の純物質のフガシティーと成分  $i$  のモル分率の積で割ったものに等しい。
- ⑤ 超臨界流体とは、一般に臨界温度と臨界圧力を超えた非凝縮性高密度流体と定義される。

平成29年度技術士第二次試験筆記試験 択一式問題の正答

5. 化学部門

問題番号	正答番号
I-1	1
I-2	2
I-3	2
I-4	5
I-5	1
I-6	4
I-7	2
I-8	5
I-9	3
I-10	2

問題番号	正答番号
I-11	4
I-12	5
I-13	1
I-14	2
I-15	3
I-16	3
I-17	5
I-18	4
I-19	1
I-20	2

# 問題文とA評価答案例

(選択科目)

～05-1 セラミックス及び無機化学製品～

# 問題Ⅱ-1

5-1 セラミックス及び無機化学製品【選択科目Ⅱ】

Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1、Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 次の4設問（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）のうち2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 無機固体に関する次の物性のうち2つを選び、その評価・分析法について説明せよ。

- (1) 屈折率
- (2) 誘電率
- (3) キュリー温度
- (4) 熱膨張率
- (5) 破壊靱性

Ⅱ-1-2 現在、二次電池は産業用、民生用として広く利用されている。実用化されている二次電池の例を2つ挙げ、それぞれについて以下の項目を説明せよ。

- (1) 原理と特徴
- (2) 実用化例

Ⅱ-1-3 粒子（又は粉体）を取り扱う際に、液体中への粒子の分散状態が重要となる場合が多い。粒子の液体中への分散に関し、以下の問いに答えよ。

- (1) 分散状態の評価方法を2つ挙げて説明せよ。
- (2) 分散状態の制御方法（又は向上方法）を2つ挙げて説明せよ。

Ⅱ-1-4 近年、セラミックス製のセンサが幅広い分野で実用化されている。セラミックス（又は無機材料）が使われているセンサの例を2つ挙げ、それぞれについて以下の項目を説明せよ。

- (1) 作動原理
- (2) 使用されている材料
- (3) 用途

II-1-1

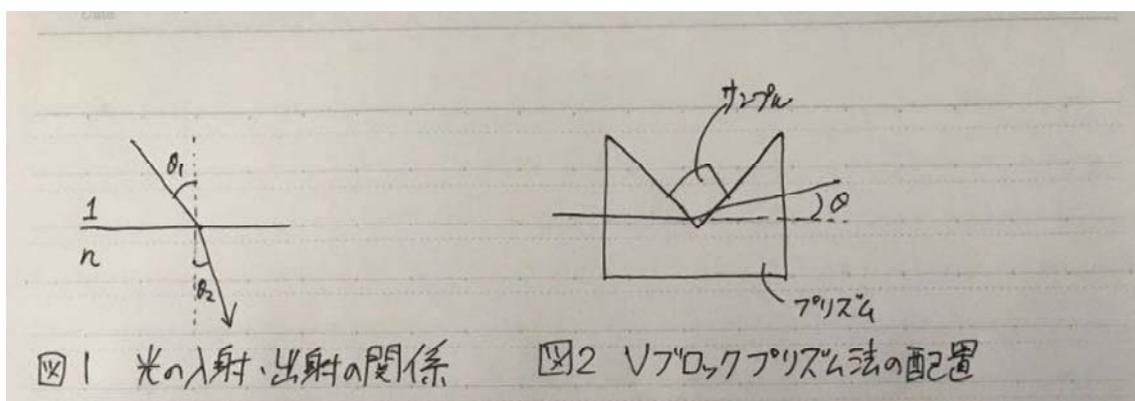
(1) 屈折率

光が異なる物質に侵入するとその海面で光の進行方向が変化する。これが屈折である。

屈折において、二つの媒質の屈折率，入射角，出射角には  $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$  の関係がある (図1)。

一方の屈折率が既知である場合，入射角と出射角を測定すればもう一方の屈折率を算出することができる。

簡便な測定法に V ブロック法がある。算出する式は複雑になるが，自動化できる装置である。



(4) 熱膨張率

無機固体は  $1^{\circ}\text{C}$  あたり  $10^{-5} \sim 10^{-7}$  の割合でその 1 辺が膨張する。

この割合を線熱膨張率という。体積膨張率は線膨張率の約 3 倍である。

線膨張率は TMA (熱機械分析) で測定する。

棒状試料に検出棒で数グラムの荷重を掛け，試料を加熱し，検出棒の位置の変化から膨張した長さを求め，

これを室温での試料の長さとし，室温との温度差とで除して線膨張係数を求める。

通常は検出棒自体の熱膨張の影響を相殺するため，標準試料と同時に測定を行う。

II-1-3

(1)①沈降速度による評価

粒子は大きいほど速く沈降する。その沈降速度は粒子間の相互作用がない場合はストークスの式に従う。

凝集していれば、その二次粒子径に対応する速度で沈降する。

遠心力を利用して測定時間を短縮する装置がある。

②光散乱による評価

粒子と溶媒の屈折率が異なる場合、光散乱が起こる。

粒子が分散しており小さければ（100nm 程度ならば）レイリー散乱のパターンを示す。

粒子が凝集しており大きければ（1  $\mu\text{m}$  ~ 10  $\mu\text{m}$  程度ならば）ミー散乱のパターンを示す。

パターンから粒子径分布も判る。

(2)①pH の調整

水溶液の場合には粒子間の静電反発力が強ければ分散する。

pH を調整し、粒子表面のゼータ電位を変化させることで、

静電反発力を強め、分散させることができる。

②分散剤の添加

水系にも有機系にも使用できる方法である。

高分子を溶媒に添加すると粒子表面に高分子が付着する。

粒子同士が立体反発により分散する。

高分子には粒子に親和性を持つ部分と、溶媒に親和性を持つ部分とを有するものを用いるのが良い。

# 問題Ⅱ-2

Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（解答設問番号を明記し，答案用紙２枚以内にまとめよ。）

Ⅱ－２－１ あなたは，無機化学製品を製造するある工程の責任者として，製造工場に勤めている。最近提出された報告書によれば，従来通りの操業を続けているにも関わらず，抜き取り検査の成績が想定以上に向上していることが判明した。必要に応じて製品と製造工程を具体的に想定した上で，以下の問いに答えよ。

- (1) あなたが，まず取るべき行動を複数の項目に分けて述べよ。
- (2) (1) で最も重要と考える項目について，その手順を述べよ。
- (3) 今回の状況が生じた理由を究明するに当たり，留意点についてリスク管理を含めて説明せよ。

Ⅱ－２－２ あなたは，ある企業で無機化学製品の製造部門の責任者をしている。最近，あなたの会社の製品を使用しているユーザー企業が海外進出することになり，あなたの会社も海外向けに製品を輸出することとなった。あなたの会社の製品は，これまで国内向けのみであったことから問題となっていなかったものの，輸出国の法令で使用が制限されている成分を含むものであった。このような状況において，以下の問いに答えよ。

- (1) 必要があれば無機化学製品を特定した上で，問題解決のために検討すべき項目を複数挙げて説明せよ。
- (2) (1) で挙げた項目のうち，最も重要と考える１つを選択し，具体的な手順について説明せよ。
- (3) (2) の業務を進めるに当たって留意すべき事項について説明せよ。

## II-2-1

製品は封着用ガラスタブレットである。セラミックス同士を接合し気密性を保つために用いるものである。

製造工程はガラスの造粒粉をプレス成型し、仮焼成するものである。

検査項目はタブレットの寸法、本焼成時のガラスの軟化特性である。

### (1)取るべき行動

#### ①抜き取り検査条件の確認

標本数などから、検査成績の向上傾向が偶然でないか、妥当性を確認する。

#### ②測定器の確認

測定器の校正状態などから、検査データの確かさを確認する。

#### ③操業の状態の確認

従来通りの操業とのことだが、軽微な変更もないか確認する。

4M 変動（人、機械、原料、方法）を中心に確認する。

### (2)もっとも重要な項目

最も対応の難しい③操業の状態の確認が最も重要である。

#### ①人

作業者の技能・ノウハウが品質に影響を及ぼすことがある。人員配置に変更がなかったか確認する。

#### ②機械

機械は摩耗等により少しずつ状態が変化する。メンテナンスによっても状態が変化し、品質に影響を及ぼす。

#### ③原料

他社から購入した原料は、検査規格を満たしていても、それ以外の物性が変化していることが考えられる。

多様な視点で分析評価する。

#### ④方法

従来通りの操業とのことだが、あまり考えられないが、①～③に付随して方法が変更されていないか、確認する。

#### ⑤その他

気温や湿度がプロセスに影響することも考えられる。

上記要因と検査成績の相関から、疑わしき原因を調べる。実験により確認し、対応をとる。

### (3)留意点

今回は偶然検査成績が向上したが、同様の要因で検査不良が発生し、大問題となることも考えられる。

リスク管理として各工程での条件変更が製品にどのような影響を与えるか、開発部門などとも協力してレビューしておく必要がある。

また、4M 変動に関しては事前に情報共有できるように、関係者に周知・教育を行っておく必要がある。

# 問題Ⅲ

5-1 セラミックス及び無機化学製品【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1，Ⅲ-2）のうち1問題を選び解答せよ。（解答問題番号を明記し，答案用紙3枚以内にまとめよ。）

Ⅲ-1 グローバリゼーション（Globalization）の進む現代では，セラミックス及び無機化学産業においても国際的な競争力をより一層高める必要がある。このような状況を踏まえ，以下の問いに答えよ。

- (1) 必要に応じて技術分野を具体的に想定し，競争力を高めるために検討すべき課題について多面的に述べよ。
- (2) (1) で挙げた課題のうち，あなたが最も重要と考える技術的課題について，その課題を克服するにはどのような取組が有効か，あなたの提案を具体的に示せ。
- (3) あなたの提案がもたらす効果を具体的に示すとともに，生じ得るリスクについても述べよ。

Ⅲ-2 近年，製造業において，事故や災害，品質不良問題，あるいはデータの改ざん，捏造などのトラブルが発生している。これらのトラブルは，企業の実力低下に起因すると考えられるが，対応方法を間違えたり，解決までに時間がかかったりすると，企業にとって致命的なダメージとなりかねない。このような状況を踏まえ，必要があれば具体的な技術分野を想定した上で，以下の問いに答えよ。

- (1) 製造業においてトラブルが発生している原因として考えられる点について，社会情勢の変化も含め，複数の観点から記述せよ。
- (2) (1) の内容を踏まえ，トラブルの削減につなげるために検討すべき課題について，多面的な観点から記述せよ。
- (3) (2) で述べた課題のうち，あなたが重要と考える1つを選択し，課題を解決するための提案について述べよ。
- (4) (3) で述べた提案がもたらす効果について示し，併せて想定されるリスクやデメリットについても述べよ。

### III-1

(1) 想定する技術分野は気密封着技術である。

近年、有機 EL や色素増感太陽電池といった有機系の電子デバイスの発展が目覚ましい。これらに用いられる有機物は水や酸素に弱く、熱にも弱いことから、低温での気密封着技術が必要になってきている。

気密封着技術における課題は大項目としては新規封着材料の創出、封着プロセスの高度化の2つとなる。

これらに付随する小項目は各々の大項目の中で述べる。

#### ①新規封着材料の創出

新規材料の分野においては日本よりも世界各国で発見される場合が多いように思う。

日本の新規材料探索手法における新しい取組が国際競争力を高めるために必要である。

持続可能な社会の実現のためには、有害元素や希少元素の使用を抑えながら、高性能を引き出す必要がある点も課題である。

また、材料は比較的リバースエンジニアリングしやすいものであるため、世界各国における特許権取得により模倣を防ぐことも必要である。

#### ②封着プロセスの高度化

封着は異種材料を接合するプロセスであるため、材料同士の相性が問題となる。

また、接着力を高めるため、中間層を導入して接着力を高めることも行われている。

セラミックの封着では表面に蒸着を行った上で、封着材を用いることが行われている。

基材と中間層の間や、中間層と封着材の間といった多くの材料間の相性、膨大な組み合わせを考慮する必要があり、複雑高度化している。

製造プロセスでは洗浄方法や成膜条件といったリバースエンジニアリングが困難な技術が多いため、特許よりもノウハウにより守るのが良い。

そのため、情報管理への取り組みも課題となる。

(2) 最も重要と考える技術的課題は、新規材料の創出への新たな取り組みである。

分野はやや異なるが、青色発光ダイオードがそうであったように、新規材料の発見はこれを利用したデバイスすべてに影響を及ぼす。

波及効果の大きさから、新規材料の創出への新たな取り組みが最も重要である。

課題克服のための取組としては人工知能の利用を提案する。

(3) 人工知能は帰納と推論により新たな知見を見出すことができる技術であり、近年発達が目覚ましい。

将棋や囲碁の分野では既に人間を超えており、人間には思いつかないような手を発見している。

この技術を新規材料探索へ応用することで、人間には思いつかない新たな材料を発見できる可能性がある。

しかしながら、人工知能技術にはまだまだリスクも多い。

①入力データの取得に関するリスク

将棋や囲碁ではコンピュータ同士の対戦といった、純粋な計算のみによって大量のデータを生成し、取得することができる。

一方で、材料科学は自然法則を相手とするものであり、実際に製造し測定することでしかデータを取得することができない。

自動で製造と測定を行う装置が必要になる。このような装置がなければ人工知能の多量のデータ処理能力を活かすことは難しいというリスクがある。

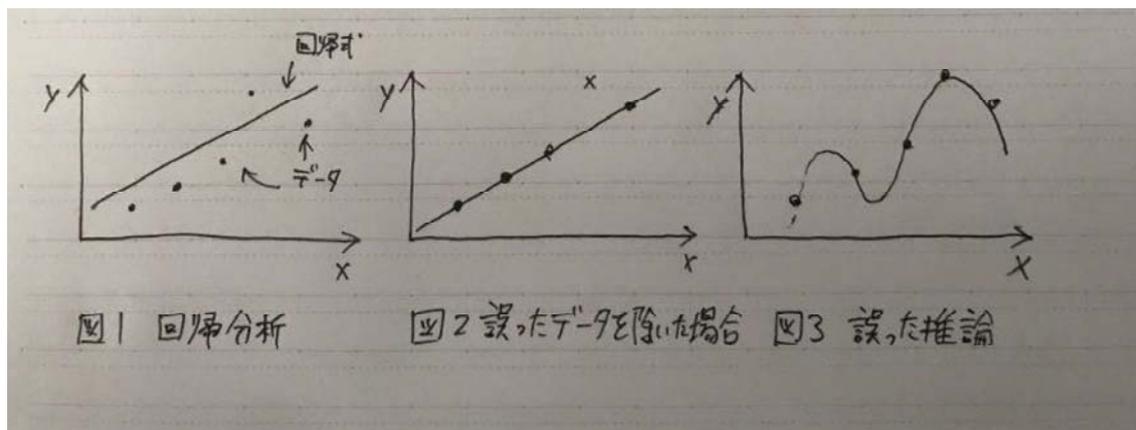
②入力データの正確さに関するリスク

将棋や囲碁では入力データはやはり純粋な計算によってもたらされるデータであるから、データの誤りを気にする必要がない。

実験において、データに誤りがあれば、回帰式には誤差を生じる (図1)。人間であれば、誤ったデータを除いて正しい回帰式を求められるかもしれない (図2)。

人工知能の中身は本質的にブラックボックスであり、人工知能の理解では、誤った結論しか得られないリスクも存在する (図3)。

とはいえ、これらの問題が解決すれば、人工知能技術は新規材料の創出に対し多大な貢献をもたらすことが期待できるだろう。



# 問 題 文

(選択科目)

～05-2 有機化学製品～

5-2 有機化学製品【選択科目Ⅱ】

Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1、Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 次の4設問（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）のうち2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 有機合成は、炭素-炭素結合を生成する反応と官能基変換反応に大別される。

- (1) 炭素-炭素結合を生成する人名反応を1つ挙げ、反応例を挙げて簡単に説明せよ。
- (2) 主に官能基変換反応である人名反応を1つ挙げ、反応例を挙げて簡単に説明せよ。
- (3) 炭素鎖の切断と炭素-炭素結合生成を同時に行うメタセシス反応の例を1つ挙げて、簡単に説明せよ。

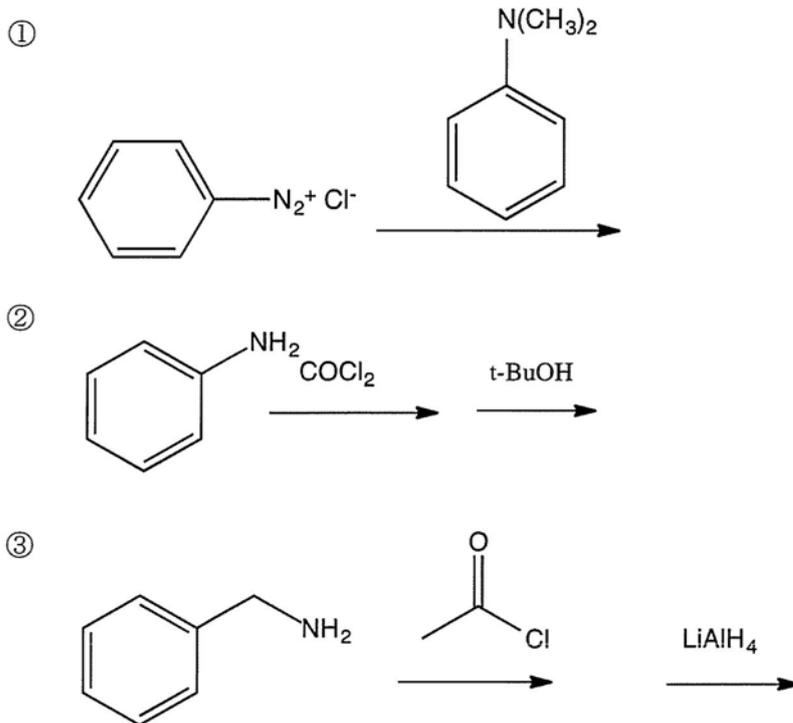
Ⅱ-1-2 セルロースナノファイバー（CNF）という材料が注目されている。CNFについて以下の問いに答えよ。

- (1) なぜCNFが日本で研究、開発が盛んなのか、その理由を挙げよ。
- (2) セルロースからCNFを工業的に製造する化学的手法について論ぜよ。
- (3) CNFの特徴を3つ挙げて簡単に説明せよ。
- (4) CNFの特徴を生かせる応用例を示せ。

II-1-3 アミンに関する次の問いに答えよ。

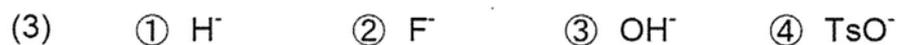
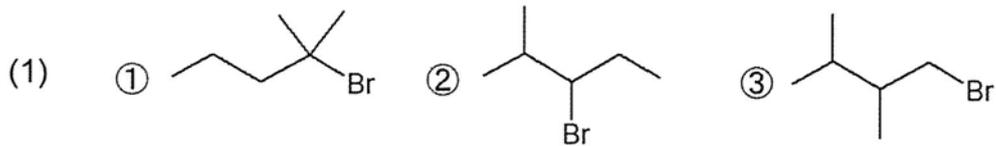
(1) アレーンジアゾニウム塩は塩化第一銅，臭化第一銅，シアン化第一銅などと反応して，それぞれジアゾ基がCl，Br，CNに置換された化合物を与える。この反応は何と  
いうか。

(2) 次の反応によって得られる最終生成物の構造式を書け。



II-1-4 次の各組の化合物を，以下に示す条件における反応性の高い順に並べ，その根拠を簡潔に述べよ。但し，(3) ④はTosylateを示す。

(1) S<sub>N</sub>2反応の基質，(2) プロトン溶媒中の求核試薬，(3) 脱離基



Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（解答設問番号を明記し，答案用紙２枚以内にまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 芳香族テトラカルボン酸の新規な製造法が開発され，その有用性に着目して新規事業としてプロジェクトを立ち上げることを検討している。あなたが，このプロジェクトの企画立案の責任者として業務を進めるに当たり，以下の問いに答えよ。

- (1) 芳香族テトラカルボン酸を原料としてどんな製品を開発すべきか，２例挙げて説明せよ。
- (2) (1) の製品の１つを製造するに当たり事前に調査・検討すべき事項を３つ挙げて説明せよ。
- (3) (2) の事項で最も重要な項目を選び，それを効率的に遂行するために考慮すべき留意事項を述べよ。

Ⅱ－２－２ バッチプロセス用の設備を有する有機化合物の合成工場で小規模な引火火災が発生した。あなたが防爆対策のリーダーであり，工場の防爆巡視を行い，それに基づいて防爆対策強化のための設備化や重点実施事項の立案を行う立場であるとして，下記の問いに答えよ。その際，燃焼の三要素が①可燃物，②酸素，③点火源であることに留意するとともに，本工場の状況・製品等を任意に設定しても良い。

- (1) 防爆巡視を行う際のチェックポイントを５つ挙げて説明せよ。
- (2) 防爆対策の強化施策として，設備化計画２件及び重点実施事項３件を立案せよ。
- (3) 立案した施策の中から最も重要と考える１件を選択し，選択した理由と実施する内容を具体的に説明せよ。
- (4) 本施策を推進する上で留意すべき事項を３つ以上記せ。

5-2 有機化学製品【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1，Ⅲ-2）のうち1問題を選び解答せよ。（解答問題番号を明記し，答案用紙3枚以内にまとめよ。）

Ⅲ-1 第21回気候変動枠組条約締結国会議（COP21）のパリ協定が2016年11月4日に発効した。ここで日本はCO<sub>2</sub>を中心とする温室効果ガスの排出量削減目標を2030年度までに，2013年度比26%と提示した。またパリ協定の目的（第2条）では，産業革命前からの地球平均気温上昇を1.5℃に抑える努力が求められている。

- (1) 日本の化学工業界全体として，パリ協定のCO<sub>2</sub>排出量削減及び地球平均気温上昇抑制のために，取り組むべき課題を3つ挙げよ。
- (2) (1) で挙げた課題から1つを選び，具体的な対策を述べよ。
- (3) 地球温暖化に対して，あなたがひとりの化学技術者としてどのような貢献ができるか，考えを述べよ。

Ⅲ-2 我が国の化学・素材産業に属する企業の間では，医療・ヘルスケア分野の研究・開発を重点化する傾向が顕著である。このことに関連して以下の問いに答えよ。

- (1) 上記傾向の一因として，化学・素材産業の従来のビジネスモデルだけでは十分な成長が見込めないことが挙げられる。この背景について，3つ以上の観点から説明せよ。
- (2) 化学・素材産業に関わる企業の多くが，新たな領域として医療・ヘルスケア分野をターゲットとするのは何故か，その理由を3つ以上挙げて説明せよ。
- (3) 企業が新たな領域をターゲットとして研究・開発を進めるかどうか判断する際に，考慮すべきチェック項目を3つ以上挙げて説明せよ。
- (4) 日本の化学産業が目指すべき方向性について，あなた自身の考えを示すとともに，そこに潜在するリスクについても述べよ。

# 問 題 文

(選択科目)

～05-3 燃料及び潤滑油～

5-3 燃料及び潤滑油【選択科目Ⅱ】

Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1，Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 次の4設問（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）のうち2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 近年、石油精製プロセスの効率化に資する基盤技術の1つとして、ペトロリオミクス技術への期待が高まっている。

- (1) この技術の概要を説明せよ。
- (2) 期待される効果の1例を示せ。

Ⅱ-1-2 石炭を効率良くクリーンに利用するために、石炭のガス化は重要な技術である。

- (1) 我が国のエネルギー源としての石炭の位置づけを説明せよ。
- (2) 石炭ガス化で得られる合成ガス利用方法の1例を示せ。

Ⅱ-1-3 潤滑油の酸化劣化の原因となる自動酸化に関して、以下の問いに答えよ。

- (1) 自動酸化の定義を示し、自動酸化反応の特徴及びどのような過程を経て酸化劣化が進行するか述べよ。
- (2) 工業用潤滑油等に多用されているフェノール系酸化防止剤の酸化防止機構及び長所と短所を述べよ。

Ⅱ-1-4 潤滑油の性能において重要なぬれ（wetting）に関して、以下の問いに答えよ。

- (1) ぬれの3つの型を示してそれぞれの特徴、及び、いずれの型のぬれにおいてもぬれ易くする方法を述べよ。
- (2) 水に表面張力を低下せしめる界面活性剤を添加した時、界面活性剤が無い時よりもぬれ難くなることがある。何故、このようなことが起きるか述べよ。

Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（解答設問番号を明記し，答案用紙２枚以内にまとめよ。）

Ⅱ－２－１ あなたは製油所の品質管理責任者である。ある日，営業部門からディーゼル発電用燃料の品質クレームがあったと連絡があった。需要家がエンジンを開放点検したところ，シリンダ内に無数の傷が見つかった。需要家は燃料の品質を疑っているというものである。この問題を解決するため，責任者として適切な処理を進めるに当たり，以下の問いに答えよ。

- (1) 着手時に調査・確認すべき内容について述べよ。
- (2) トラブル解決に向けての手順について述べよ。
- (3) 業務を進めるうえでの留意事項について述べよ。

Ⅱ－２－２ ユーザにおいて，自社で新しく開発した製品（潤滑油剤若しくは潤滑油剤用の添加剤）でトラブルが発生したとの情報が入った。あなたがこの製品の責任者であり，トラブルの解決を図る状況にあるとして，以下の問いに答えよ。

- (1) トラブル問題の解決のための基本的指針を３つ示し，それぞれの意味するところを簡潔に述べよ。
- (2) トラブル原因を特定することから解決するまでに，あなたが実施する事項を時系列にして述べよ。
- (3) あなたが想定したトラブルを具体的に記述し，そのトラブルの原因を特定した方法を簡潔に述べよ。
- (4) あなたが想定したトラブルを解消するための対策，及びその対策を進める時の留意点を述べよ。

5-3 燃料及び潤滑油【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1，Ⅲ-2）のうち1問題を選び解答せよ。（解答問題番号を明記し，答案用紙3枚以内にまとめよ。）

Ⅲ-1 我が国の低炭素社会実現に向けた取組の1つに，二次エネルギーとしての水素利用がある。水素の利用普及について，以下の問いに答えよ。

- (1) 我が国が，水素の利用普及を目指すために，水素の供給面と利用面での問題点をそれぞれ2つ挙げよ。
- (2) (1) で挙げた問題点から任意の1つを選び，その問題点を克服するための技術課題を1つ挙げ，解決方法を示せ。
- (3) 解決するに当たり，留意すべき事項について述べよ。

Ⅲ-2 潤滑油で省エネルギー化を進めた装置を開発するプロジェクトができ，あなたが潤滑油開発担当責任者になった。あなたの想定する装置名と潤滑油名，装置の潤滑箇所の特徴を明記して，以下の問いに答えよ。

- (1) 開発に当たって事前に調査すべきこと，並びにプロジェクトメンバーと予め協議しておく必要事項を述べよ。
- (2) あなたの提案を示し，提案で期待できる省エネルギー化率とその根拠を述べよ。また，その効果を大きくするために機器設計担当者への要望を述べよ。
- (3) あなたの提案を採用するときに発生するリスクを明らかにし，それを回避して提案の実現性を高めるための方策を述べよ。
- (4) あなたの提案が採用されたときに，それによってもたらされる省エネルギー効果を検証する方法と，リスク回避策が実効あるものであることの検証方法を述べよ。

# 問題文とA評価答案例

(選択科目)

～05-4 高分子製品～

# 問題Ⅱ-1

5-4 高分子製品【選択科目Ⅱ】

Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1，Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 次の4設問（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）のうち2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 高分子の分子量分布に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 分子量分布を求める代表的な測定法を1つ挙げ、その概要を述べよ。
- (2) 分子量分布を制御する方法を2つ挙げ、それぞれの長所及び短所を説明せよ。
- (3) 分子量分布が成形時の熔融粘度に及ぼす影響について説明せよ。

Ⅱ-1-2 高分子に添加される可塑剤に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 可塑剤に要求される主要な性質を5つ挙げよ。
- (2) 軟質ポリ塩化ビニルの製造に用いられる代表的な可塑剤を1つ挙げ、その名称と構造式を示せ。
- (3) (2) で示した可塑剤の作用機構について説明せよ。

Ⅱ-1-3 熱可塑性エラストマー（TPE）に関する以下の問いに答えよ。

- (1) TPEに特徴的な分子構造について、加硫ゴムと比較して説明し、その分子構造に基づいて発現される物性について述べよ。
- (2) TPEの工業材料としての長所及び短所について、加硫ゴムと比較して述べよ。
- (3) TPEの代表例を1つ挙げ、その合成法の概要を述べよ。

Ⅱ-1-4 自動車の軽量化への取組として、発泡樹脂を使用する方法がある。発泡樹脂を製造する方法には、大別すると化学発泡成形法と物理発泡成形法がある。発泡成形に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 化学発泡成形法の概要を述べよ。
- (2) 物理発泡成形法（超臨界流体を利用した発泡成形法は除く。）の概要を述べよ。
- (3) 超臨界流体を利用した発泡成形法の概要を述べよ。
- (4) (3)の成形法により得られる製品の特徴を、(1)及び(2)の成形法により得られる製品と比較して述べよ。

平成29年度 技術士第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅱ-1-1

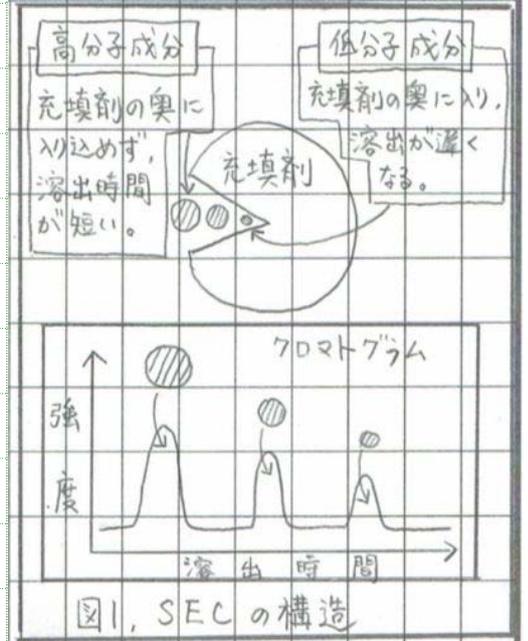
技術部門	化学部門
選択科目	高分子製品
専門とする事項	合成樹脂の研究・分析

※
---

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。  
 ○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。(英数字及び図表を除く。)

(1) 分子量分布を求める測定法

分子量分布を求める代表的な測定方法として、サイズ排除クロマトグラフィー (SEC) を挙げる。  
 図1に示すように、充填剤を含むカラムにサンプルを通過させると、高分子はすき間に入り込めずに短時間で溶出するが、低分子はすき間に入り込むため溶出時間が長くなる。以上のように分子量の大きさ毎にサンプルを分離する方法である。



(2) 分子量分布を制御する方法

重合開始剤の量を変える方法と連鎖移動剤を添加する方法を挙げる。  
 重合開始剤の量を減らすことで、容易に高分子量化することができる点があるが、分子量分布が広くなる点は短所である。連鎖移動剤を添加する方法は、分子量分布が揃う長所があるが、高分子量化できない点がある短所である。

(3) 分子量分布が溶解粘度に及ぼす影響

分子量が大きくなると、分子鎖のからまり合いが多くなり、高せん断時に低粘度化するチキソトロピー性が得られる。この特徴は、塗料の塗装や射出成形等で有利に作用する。

以上

平成29年度 技術士第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	II-1-3

技術部門	化学 部門
選択科目	高分子製品
専門とする事項	合成樹脂の研究・分析

※
---

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。  
 ○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。(英数字及び図表を除く。)

(1). TPE の分子構造

TPE は、図 1 に示すようにハードセグメントとソフトセグメントで成り立っている。

ハードセグメントは、形状を維持するため骨格の役割を担う。

一方、ソフトセグメントは伸長することで弾性を与える役割を果たす。

加硫ゴムは、硫黄による架橋構造を有している。

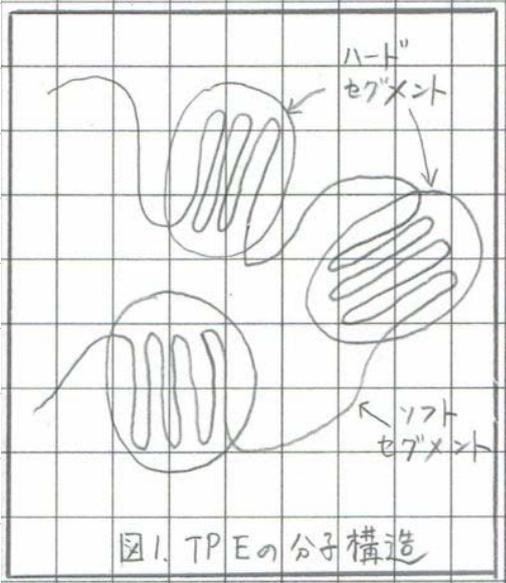


図 1. TPE の分子構造

(2). TPE の長所と短所

TPE は、加硫ゴムとは異なり架橋構造をもたないため、加熱することにより成形加工することができる。したがって、リサイクルの観点からもこの性質は長所である。

一方、TPE の短所は高温条件下や使用環境によっては形状が変形してしまう点を挙げる。加硫ゴムであれば、架橋構造を持つため変形が発生しづらい。

(3). TPE の代表例

TPE の代表例としてウレタン TPE を挙げる。

原料としてジイソシアネートとジオールを用い、イソシアネートと水酸基の付加重合が進行することで合成される。ウレタン TPE は、ホース等の用途に活用されている。

# 問題Ⅱ-2

Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（解答設問番号を明記し，答案用紙２枚以内にまとめよ。）

Ⅱ－２－１ A社は年間売上高100億円のプラスチックフィルムメーカーである。顧客のB社より，A社が販売しているポリエチレンフィルムに帯電防止性能を付与するよう要請があった。この要請を受け，A社ではあなたを責任者としたプロジェクトを組織して早期に対応することとなった。あなたがプロジェクトを進めるに当たり，以下の問いに答えよ。

- (1) ポリエチレンフィルムに帯電防止性能を付与する代表的な方法を3つ挙げよ。
- (2) B社からポリエチレンフィルムの機械的性質及び可視光透過率は出来るだけ保持して欲しいと要請された。(1)で挙げた方法の中で，この要請に対応できる最も経済的な方法を挙げ，その事業化に当たっての課題について述べよ。
- (3) プロジェクトのスピードアップに有効な施策を重要性の高い順に4項目挙げ，最も重要性の高い項目については，その進め方について述べよ。
- (4) プロジェクトに関係して考えられる主要なリスクを4項目挙げ，それらのリスクを回避するための方策を具体的に述べよ。

Ⅱ－２－２ A社は中堅のプラスチック容器メーカーである。顧客のB社より薬品（炭素数が7～10の炭化水素を主成分とする）の容器設計及び生産を委託され，あなたがA社の責任者として対応することになった。容器に関してB社から提示された条件は，以下のとおりである。

- (a) 容量25ccで，ねじ口の中空容器とする。
- (b) 材質はコストの点から，ポリエチレンを主材料とする。
- (c) ガスバリア性を有する。

これらのことを踏まえ，以下の問いに答えよ。

- (1) 上記の条件を満たす具体的な樹脂の組合せを示し，その理由を述べよ。
- (2) (1)で示した樹脂の組合せで，上記の条件を満たす容器を最も生産性高く成形する方法を挙げ，それを選択した理由及びその成形方法の概要を述べよ。
- (3) 本格生産までに，①容器設計，②成形方法の選択，③量産試作の3工程がある。  
②で成形方法が決定した後，③の量産試作に入る前に調査しておくべき重要な事項を5つ挙げ，それぞれの事項の具体的な進め方について述べよ。
- (4) ③の量産試作で，本格生産に備えて把握しておくべき重要な事項を5つ挙げよ。

受験番号	
問題番号	II-2-2

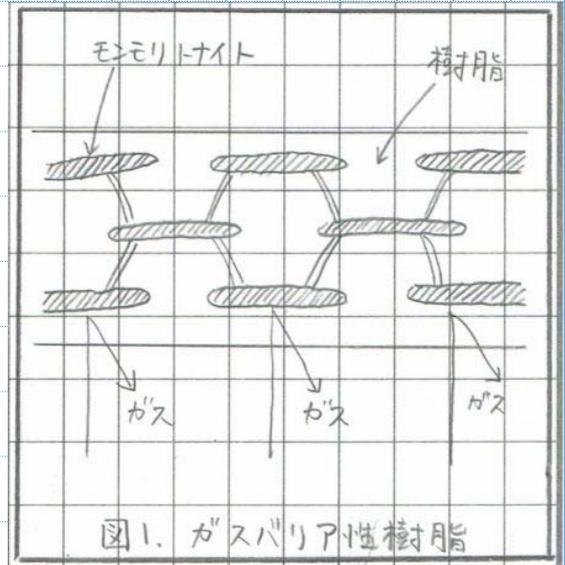
技術部門	化学 部門
選択科目	高分子製品
専門とする事項	合成樹脂の研究・分析

※
---

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。  
 ○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。(英数字及び図表を除く。)

(1). 条件を満たす樹脂の組み合わせ

ガスバリア性を有する樹脂として、モンモリトナイト等のナノコンジットを配合した樹脂を提案する。モンモリトナイトは、自己組織化により層状の壁を形成し、ガスの流れを止める役割を果たす。

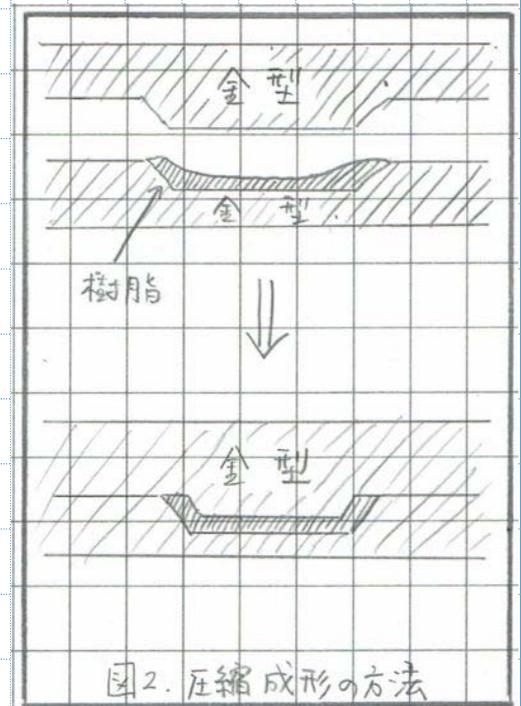


また、モンモリトナイトは、ポリエチレンの結晶化を促進する効果も得られる。結晶化が進むことによってすき間の少ない樹脂を形成し、より高いガスバリア性能が得られる。

(2). 生産性の高い成形方法

生産性の高い成形方法として、圧縮成形を挙げる。

圧縮成形は、図2に示すように金型を押し付けることにより成形する方法で、生産性の高い成形方法である。



また、モンモリトナイト等のナノコンジットが含まれていても偏りなく成形できる。

以上から、ねじ口の中空容器に適した成形方法であると考えられる。

平成29年度 技術士第二次試験 模擬答案用紙

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。(英数字及び図表を除く。)

<u>(3). 量産前に調査しておくべき事項</u>																								
量産試作前に調査しておくべき事項を以下に5点挙げて説明する。																								
<u>i) 市場調査</u>																								
B社以外の会社へ販売できないかを確認するため、市場調査を行う。その理由は、製造規模が加工費に直結するためである。																								
<u>ii) 特許の先行技術調査</u>																								
他社の出願特許に試作品が該当していないかを把握すると共に、戦略的出願を計画する。																								
<u>iii) 環境に関する法令順守</u>																								
清算に伴い関連する法令を調べ、順守する。																								
<u>iv) 製品の性能の確認</u>																								
ラボで製造した製品が要求性能を満たしているかを確認しておく。																								
<u>v) 安全性の確認</u>																								
残留した原料等が人の安全に与える影響を確認する。																								
<u>(4). 本格生産前に把握しておくべき事項</u>																								
本格生産前に、①原料の受け入れ規格の決定、②製品の品質管理項目の確認、③顧客のニーズに変化がないか確認、④原料の入手経路の確認、⑤製造コストの5点を把握しておくべきである。																								
クレームのない顧客満足度の高い製品を開発するため、品質管理部門や物流部門、営業部門と連携して業務を進めるべきである。																								
以上																								

# 問題Ⅲ

5-4 高分子製品【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1，Ⅲ-2）のうち1問題を選び解答せよ。（解答問題番号を明記し，答案用紙3枚以内にまとめよ。）

Ⅲ-1 欧米の化学企業に比較し，我が国の化学企業は事業の再構築への取組が遅れ，研究開発投資効率が低い等の課題を抱えている。これらの我が国の化学企業の課題に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 事業の再構築が遅れている理由について述べよ。
- (2) 事業の再構築を進めるに当たって，考慮すべき重要な事項を3項目挙げ，それらの内容を具体的に述べよ。
- (3) 我が国の化学企業で，事業の再構築への取組が進んでいる例を1つ挙げ，その概略を述べよ。
- (4) 研究開発投資効率の向上には，オープンイノベーションが有効である。オープンイノベーションを効率的に進めるために，企業がとるべき施策を3項目挙げ，それらを選択した理由を述べよ。
- (5) オープンイノベーション以外で，研究開発投資効率の向上に最も有効と考える企業の施策を挙げ，その理由について述べよ。

Ⅲ－２ 我が国の石油化学工業は、ナフサを主原料とするコンビナートを主要拠点として、川下のユーザー企業とも緊密に連携しながら国際競争力を強化してきた。しかし、海外では、エタン分解系石油化学が拡大傾向にあり、我が国の石油化学工業への影響が懸念されている。さらに、資源問題、環境問題、エネルギー問題及びグローバル化への対応等、我が国の石油化学工業には課題が山積している。このような状況を踏まえ、以下の問いに答えよ。

- (1) 国際競争力の観点から、ナフサを主原料とする我が国の石油化学がコンビナートを形成していることによる長所及び短所について、あなたの考えを述べよ。
- (2) 国際競争力の観点から、我が国のナフサ分解系石油化学で生産されているポリマー製品の強み及び弱みについて、エタン分解系石油化学と比較してあなたの考えを述べよ。
- (3) 我が国の石油化学工業の国際競争力強化のために、重要と考える施策を4項目挙げよ。
- (4) 資源、環境及びエネルギー以外にも、ポリマー製品が社会に役立つさまざまな分野がある。それらの中から社会への貢献度が高いと考える分野を2つ選び、それぞれの分野について、将来性が期待されるポリマー製品の応用例及びポリマーの役割について述べよ。
- (5) 我が国の石油化学企業が海外展開を進めるに当たって、効果的と考える事項を3項目挙げよ。また、海外展開を進める際に留意すべき事項について述べよ。



平成29年度 技術士第二次試験 模擬答案用紙

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。(英数字及び図表を除く。)

<u>(3) 国際競争力強化のための方策</u>																								
石油化学工業の国際競争力強化のための方策を以下に4点挙げる。																								
<u>i) 海外留学支援制度の導入</u>																								
我が国では、大きな経済成長が見込めないため、石油化学工業の継続的な成長のためには海外の成長市場の需要確保が必要である。海外市場に精通した社員を育成するため、海外留学支援制度の導入を提案する。																								
この方策によって、海外市場での我が国のシェアが上がり、国際競争力の獲得に繋がると考える。																								
<u>ii) 博士課程修了者の就職支援</u>																								
我が国では、博士課程修了者の就職が十分確保されていない。優れた研究者を育成するには、就職支援体制を整え、博士に進む学生が安心して研究に打ち込める環境を整えるべきである。																								
<u>iii) 石油化学メーカーの共同研究強化</u>																								
石油化学メーカーが各々個々に研究開発を進めるよりも、共通の課題は石油化学メーカー同士で協力して進めることで、研究開発の効率化や大きな成果に繋がる。石油精製メーカーも含めオールジャパン体制で臨み、更なる国際競争力の獲得を目指す。																								
<u>iv) 石油化学コンビナートの合理化</u>																								
石油化学製品の製品コストを削減し、国際競争力を高めるため、エチレンクラッカーの基数や規模の見直しを行うべきである。																								

平成29年度 技術士第二次試験 模擬答案用紙

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。(英数字及び図表を除く。)

<u>(4) . 社 会 へ の 貢 献 度 が 高 い ポ リ マ ー</u>																								
医療分野では、生分解性プラスチックを挙げる。																								
具体的には、乳酸とグリコール酸を共重合させたポリマーで作られた吸収性縫糸や、ポリ乳酸で作られた骨固定材等である。これらの開発により、抜糸等が不要となり、患者への負担が軽減される。																								
農業分野では、高吸水性ポリマーを挙げる。																								
水分と栄養分を高吸水性ポリマーに吸収させることによつて、不良農地でも農作物の育成が可能となる。																								
バイオプラスチックの注目により食料需給問題が懸念されているが、高吸水性ポリマーを用いて不良農地を農業用地に転換すること、この問題は解決する。また、CO2吸収量増加による温暖化抑制も期待される。																								
<u>(5) . 海 外 展 開 を 進 め る 上 で 効 果 的 な 事 項</u>																								
石油化学企業が海外展開を進める上で効果的な事項を以下に3点挙げる。																								
i ) 現地の人材確保																								
現地の市場に精通した人材を採用する。																								
ii ) 原料等の物流整備や設備の確保																								
iii ) 戦略的特許網の構築																								
i ) ~ iii ) を進める上での留意点は、我が国で最適化された製品が必ずしも現地で受け入れられるとは限らない点である。そのため、i ) は重要である。情報漏洩は競争力低下を招くので、長期雇用や情報管理徹底により信頼関係を築くことが重要である。以上																								

# 問題文とA評価答案例

(選択科目)

～05-5 化学装置及び設備～

# 問題Ⅱ-1

5-5 化学装置及び設備【選択科目Ⅱ】

Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1，Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 次の4設問（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）のうち2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。）

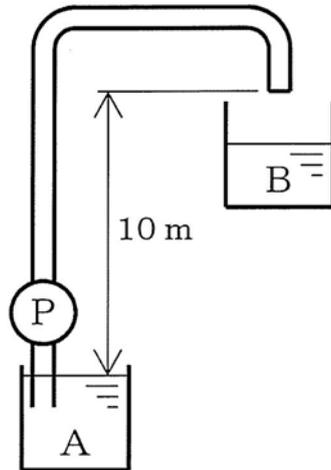
Ⅱ-1-1 蒸留塔のインターナルには充填物とトレイがある。以下の問いに答えよ。

（1）充填物とトレイにはどのようなものがあるか、それぞれ2項目を一般名で述べよ。

（2）また、充填物・トレイの使用目的あるいは選定基準を4項目挙げ、それぞれ充填物・トレイのどちらが向いているか述べよ。

Ⅱ-1-2 化学装置では、クーラーが多く使われる。冷却に使用した高温水を「冷水塔」と言われる装置で大気（空気）と接触させて温度を下げ、冷却水として循環再使用する例が多い。冷水塔で水の温度を下げる原理を説明せよ。また、水の温度を下げられる限界について、大気の状態との関連を述べよ。

Ⅱ－１－３ 図のような高低差を持つ貯槽 A から貯槽 B にポンプ P を使って液体を送りたい。以下の条件にもとづいて問いに答えよ。



液体密度： $\rho = 1.0 \times 10^3$  [kg/m<sup>3</sup>]，液体粘度： $\mu = 1.5 \times 10^{-3}$  [Pa·s]，

配管内径： $D = 5.0 \times 10^1$  [mm]，配管全長： $L = 2.0 \times 10^1$  [m]，

管内平均流速： $u = 2.0 \times 10^0$  [m/s]。

配管抵抗による圧力損失： $\Delta P$  の計算式にはファニングの式： $\Delta P = 4f (L/D) (u^2/2)$ ，

管摩擦係数： $f = 5.5 \times 10^{-3}$  を使用する事。

管路中には 90° エルボが 2 個あるものとし，90° エルボ 1 個の圧力損失は配管径の 32 倍の長さの直管に相当する。

管吸入口での縮流による圧力損失は無視してよい。

重力加速度は  $9.8 \times 10^0$  [m/s<sup>2</sup>] とし，ポンプ総合効率を  $7.0 \times 10^{-1}$  とする。

(1) 管路のレイノルズ数を計算せよ。

(2) ポンプ動力を計算せよ。

Ⅱ－１－４ 高濃度酸素，高濃度窒素が必要とされることがあるが，ほとんどの場合，空気を原料として酸素，窒素等を濃縮する。高濃度酸素又は窒素を得るための方法を 2 つ挙げ，それぞれの原理を説明せよ。得られる製品の純度等，その方法の特徴を述べよ。

# 問題Ⅱ-2

Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（解答設問番号を明記し，答案用紙２枚以内にまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 固定層触媒反応器のベンチプラントにおいて，発熱反応である反応を温度制御することによって生成物を所定の転化率，選択率で得る技術が確立できている。この反応器を商用生産設備までスケールアップするに当たり，流動層反応器を導入する計画がある。あなたが計画の当事者として，次の問いに答えよ。

- (1) 事前に装置設計面，運転操作面で調査・検討すべき点について述べよ。
- (2) 計画から商業運転までに実施すべき項目について時系列に沿って述べよ。
- (3) 商業生産設備の試運転を進めるに当たって技術的な留意事項を述べよ。

Ⅱ－２－２ 安定した業績が続いている企業であっても，そのままの状態継続する保証はなく，将来の成長に向けて適切な対策を取っておくことが必要である。このために会社では，将来の成長に向けて新規事業の開拓の検討をすることになった。あなたがこの件の担当者になったとして，以下に答えよ。

- (1) 検討に着手する時に必要な項目
- (2) 業務を遂行する際の具体的な方法
- (3) 報告をする際の結論を出すに当たって、留意すべき点

# 問題Ⅲ

5-5 化学装置及び設備【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1、Ⅲ-2）のうち1問題を選び解答せよ。（解答問題番号を明記し、答案用紙3枚以内にまとめよ。）

Ⅲ-1 現在、経済産業省が主導して水素社会の実現に向けた取組が行われている。水素エネルギーは、化石燃料だけでなく海外未利用エネルギーや再生可能エネルギーからも製造可能なことから、エネルギー安全保障・安定供給の点で有利であり、利用段階で二酸化炭素を排出しない低炭素型のエネルギー媒体である。「水素社会の実現に向けたロードマップ」（水素・燃料電池戦略協議会策定）によれば、フェーズ1で、水素利用の飛躍的拡大、フェーズ2で、2020年代後半以降に水素発電の本格導入や大規模な水素サプライチェーンの確立、フェーズ3で、2040年頃に、トータルでのCO<sub>2</sub>フリー水素供給システムの確立が計画されている。しかしながら、克服しなければならない課題も多い。

- (1) 水素エネルギーの普及に向けての課題を2つ挙げて説明せよ。
- (2) あなたが挙げた課題の1つについて、化学技術者の立場からの提案を具体的に示せ。
- (3) あなたの提案に対して考え得るリスクについて説明し、その対処方法を述べよ。

Ⅲ-2 日本の人口は2008年頃を境に減少に転じ、2048年には1億人を割り込むと推定されている。生産年齢人口は2013年に8,000万人を下回り、人口以上の速度で減少して2051年には5,000万人を下回ると推定されている。

日本の労働人口の減少が研究開発を含めた化学産業全体に与える影響を予測し、化学装置及び装置の技術者が出来る貢献を考えよ。ただし、単なる政策的な提言のみにならないように技術的な観点からの提言を必ず含めること。

- (1) 業種などの対象とする領域を示した上で、労働人口が減少しても生産性を維持向上させるために必要な課題を挙げよ。また、そのように考えた理由を述べよ。必要であれば、複数の課題を記載して良い。
- (2) (1) で挙げた課題を解決する手段や方法について具体的な技術的事項を例示して述べよ。
- (3) あなたが(2) で挙げた手段や方法がもたらすであろうリスクやトラブルを挙げ、その対処方法について述べよ。

技術士第二次試験 口頭試験対策 H29 年度筆記試験復元答案

氏名				化学部門
問題番号	III-1	選択科目	化学装置及び設備	
答案使用枚数	1 枚目	3 枚中	専門とする事項	反応設備

(1)	水素エネルギーの普及に向けた課題を以下に2点述べる。
①	水素製造、貯蔵、輸送時の排出CO <sub>2</sub> の低減
	将来的にはCO <sub>2</sub> フリー水素の確立が目指されるが、フェーズ2までは化石燃料由来の水素利用が中心になると想定される。よって、水素製造時のCO <sub>2</sub> 排出低減が課題である。また、水素の液化温度は-252℃であり、他の燃料に比べ貯蔵、輸送に大きなエネルギーを要する問題がある。これは、CO <sub>2</sub> 排出増加にも繋がる。よって、水素の貯蔵、輸送効率の改善も課題である。
②	水素利用に向けた水素発電、燃料電池技術の課題
	水素発電では既存のLNG火力発電との混焼や専焼設備への改造等による利用拡大が可能であるが、水素はLNGに対して燃焼温度が高く、燃焼速度が速く、NO <sub>x</sub> 等の生成量が増加する違いがあるため、発電設備の技術確立が課題である。また、燃料電池自動車に使用される固体高分子形燃料電池は技術確立されているが、機器点数の削減等によるコストダウンや水素ステーションのインフラ整備が課題である。
(2)	課題解決のための具体的提案
(1)	①で挙げた課題解決策として、製造時のCO <sub>2</sub> 低減策を2点、貯蔵、輸送時のCO <sub>2</sub> 低減策を1点述べる。
(a)	化石燃料からの水素製造時のCCS利用
	化石燃料から水蒸気改質により水素を製造する場合、CO <sub>2</sub> が発生する。また、製油所や製鉄所の副生水素は

## 技術士第二次試験 口頭試験対策 H29 年度筆記試験復元答案

氏名	<b>化学部門</b>
問題番号 <b>III-1</b>	選択科目 <b>化学装置及び設備</b>
答案使用枚数 <b>2 枚目 3 枚中</b>	専門とする事項 <b>反応設備</b>

既にボイラー等の燃料に使用されており、これらの水素を活用する場合も代替燃料の利用によりCO <sub>2</sub> が発生する。これらの水蒸気改質やボイラーの燃焼ガスから発生したCO <sub>2</sub> の回収プロセスとしては、常圧からの大量のCO <sub>2</sub> 回収に適した化学吸収法が有効である。														
<b>(b)再生可能エネルギーを活用した水素製造</b>														
太陽光や風力により発電した電気を用いてCO <sub>2</sub> フリーの水素を製造する方法で、Power to Gas技術として注目されている。直接電気として使用する場合に比べて効率は落ちるが、電気に比べて多くの容量を長い期間保存するのに適している。														
<b>(c)有機ハイドライド技術の活用</b>														
水素を有機物と結合させ、有機ハイドライドとして貯蔵、運搬する技術である。例えば、水素をトルエンと反応させてメチルシクロヘキサンとすること、気体状態の水素を約500分の1の体積にすることが可能である。液化輸送に比較して水素添加設備と脱水素反応設備が必要になる一方、常温、常圧での取扱いが可能となり水素液化設備が不要となる。また、トルエン、メチルシクロヘキサンともにガソリンと同じ第一石油類であり、既存の石油製品流通インフラが活用可能である。														
<b>(3)実行上のリスクと対処</b>														
<b>(a)化石燃料からの水素製造時のCCS利用</b>														
化石燃料からの水素製造時にCCSを用いる場合、水														

技術士第二次試験 口頭試験対策 H29 年度筆記試験復元答案

氏名				化学部門
問題番号	III-1	選択科目	化学装置及び設備	
答案使用枚数	3 枚目	3 枚中	専門とする事項	反応設備

素製造コストがアップすることから、CCSのコストダウンと制度面でインセンティブの付与が必要と考える。特にCO <sub>2</sub> の分離回収設備の投資や稼働に係るコストが高いため、吸収プロセスにおける新たな吸収液の開発等が必要である。新たな吸収液として、CO <sub>2</sub> を吸収する前は均一相、吸収後はCO <sub>2</sub> 濃縮相と希釈相に分離される相分離型CO <sub>2</sub> 吸収液やCO <sub>2</sub> 吸収量が非常に大きいイオン液体の実用化が期待される。
(b) 再生可能エネルギーを活用した水素製造
現時点で実用段階にある水電解技術として、アルカリ水電解や固体高分子形水電解が挙げられる。水電解装置については水電解効率の向上、コストの低減、耐久性の向上を目指した技術開発が必要である。一例として固体高分子形水電解では、水電解効率や変動への追従性に関しては高い性能を有するが、電極触媒に高価な白金系部材が用いられており設備コストが高いため、白金使用量の低減が必要である。
(c) 有機ハイドライドの活用
水素ステーションでの利用を想定した場合、トルエンと水素を分離させて水素を取り出す際の脱水素反応の反応速度が十分でなく、またこの際に副生成物の混入も生じる。よって、反応速度をアップさせるための触媒開発や効率的な不純物除去プロセスの構築が必要である。
以上