

平成 26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 次のうち、ポーリングの電気陰性度の大小の序列として誤っているものはどれか。

- ① $F > Cl > Br$
- ② $Li > Na > K$
- ③ $Be > Mg > Ca$
- ④ $F > N > O$
- ⑤ $Br > Ca > K$

I-2 酸化アルミニウムに関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① バイヤー法とは、硫酸を用いてボーキサイトから電解精錬用酸化アルミニウムをつくる方法である。
- ② 酸化アルミニウムは、アルミナとも呼ばれ、天然にはコランダム（鋼玉）、ルビーあるいはサファイアなどとして産出する。
- ③ 酸化アルミニウムには、 α -アルミナ、 β -アルミナ、 γ -アルミナなどの多形が存在するが、前二者は空气中、高温で加熱すると γ -アルミナに相転移する。
- ④ 酸化アルミニウムは、熱伝導率、導電率が高いので広い分野で利用されている。
- ⑤ ムライトは、酸化アルミニウム、酸化ケイ素、及び酸化マグネシウムからなる酸化物である。

I-3 物理化学の用語に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 燃料の発熱量は、単位量の燃料を完全燃焼させたときに発生する熱量をいう。
- ② 可燃物を小火炎により燃焼させるために必要な最低の温度を発火点という。
- ③ エンタルピーは、系の現在の状態が決まれば、変化過程にはよらず一義的に定まる量を意味する状態量の1つである。
- ④ 臨界温度は、ある温度以下にしなければ、気体をいくら高圧にしても液化しない温度をいう。
- ⑤ 2つ以上の成分を含む系が2つの相に分配して平衡に達しているとき、各成分の化学ポテンシャルは系の全領域に亘って等しい。

I-4 自動車排ガスの処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 ガソリンエンジン用の三元触媒では、一酸化炭素 (CO) 及び炭化水素 (HC) が酸化されるとともに、窒素酸化物 (NO_x) が還元されることで排ガスの浄化が行われる。
- ② 一般に三元触媒は、活性成分であるPt, Rh, Pd等の貴金属をアルミナなどの高表面積の金属酸化物担体上に担持した触媒を、セラミックスや金属製のハニカム構造体にコーティングしたものである。
- ③ 燃費向上のために空燃比の高い条件で運転する希薄燃焼 (リーンバーン) エンジンでは従来の三元触媒は機能しない。そのため過剰に存在するHCを一時的に吸蔵する機能を有する触媒が実用化されている。
- ④ ディーゼルエンジンの排ガスから粒子状物質 (PM) を除去するため、ハニカム型のセラミックフィルタによりPMを捕集し、燃焼させる方法が実用化されている。
- ⑤ バスやトラックなどの大型車では、ディーゼルエンジン排ガス中に尿素水溶液を添加し、加水分解で発生するアンモニアによりNO_xを還元する方式が実用化されている。

I-5 次の鉱物のうち、一般にアスベストとして分類されるものはどれか。

- ① モナザイト (Monazite)
- ② モンモリロナイト (Montmorillonite)
- ③ イルメナイト (Ilmenite)
- ④ クリソタイル (Chrysotile)
- ⑤ カオリナイト (Kaolinite)

I-6 炭化水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 アルカンの沸点は分岐の程度で異なり、*n*-ペンタン、2-メチルブタン (イソペンタン)、2,2-ジメチルプロパン (ネオペンタン) の順で沸点が低くなる。
- ② アルケンにハロゲン化水素が付加する反応において、反応がマルコフニコフ (Markovnikov) 則にしたがう場合、水素はアルキル置換基数の少ない炭素に付加する。
- ③ 紫外スペクトルにおいて吸収極大を示す波長は、1,3-ブタジエン、1,3,5-ヘキサトリエン、1,3,5,7-オクタテトラエンの順に短くなる。
- ④ 低級アルカンは、直接化学製品の原料として使用されることは少ないが、*n*-ブタンを酸化して無水マレイン酸とする方法は工業化されている。
- ⑤ 我が国では、プロピレンはナフサなどの熱分解によりエチレンとともに製造されるほか、石油精製工業の接触分解プロセスでも生産される。

I-7 トルエンに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 酸化すれば安息香酸となり、フェノール製造の原料になる。
- ② トルエンを酸化的二量化してスチルベンを合成し、ついでエチレンとメタセシス反応を行うとエチルベンゼンが得られる。
- ③ 高温での接触的反応で水素化脱メチル化すると、ベンゼンが生成する。
- ④ 空気酸化と水素化により得られたシクロヘキサンカルボン酸を発煙硫酸中でニトロシル硫酸と反応させると、 ϵ -カプロラクタム硫酸塩が生成する。
- ⑤ 不均化反応により、主にベンゼンとキシレンが生成する。

I-8 燃料電池及びその開発に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 燃料電池は、化学エネルギーから電気エネルギーへの変換途上で熱エネルギーや運動エネルギーという形態を経ないため発電効率が高い。
- ② 燃料電池の原理は、水の電気分解の逆を行うものであり、負（-）極となる燃料極に酸素を、正（+）極となる空気極に水素を通して、負極を酸化、正極を還元することにより電気を作る。
- ③ 我が国では、1981年のムーンライト計画により燃料電池開発の必要性が位置付けられ、固体高分子型（PEFC）、りん酸型（PAFC）、固体酸化物型（SOFC）等の様々な形式の燃料電池の可能性が追求されてきた。
- ④ SOFCは、ほかの燃料電池に比べて電気エネルギーへの変換効率が高く、かつ排熱利用コージェネレーションシステムを構築できるので、家庭用分散型電源などとしての利用が進められている。
- ⑤ 大規模火力発電技術の高効率化や、ハイブリッド車や電気自動車の実用化など、ほかの技術との競合環境が、燃料電池技術の開発に大きな影響を与えている。

I-9 ポリマーの合成に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ラジカル重合は、付加重合型ポリマーの合成に用いられている方法である。
- ② 塊状重合は、モノマーだけをそのまま、あるいは少量の開始剤又は触媒を加え、加熱したり、光を照射したりして重合させる方法であり、気相法と液相法がある。
- ③ 溶液重合は、生成ポリマーが可溶性溶媒の中で、モノマーの重合反応を行う方法である。
- ④ アニオン重合、カチオン重合、配位重合ではリビング重合が可能になっているが、リビングラジカル重合は達成されていない。
- ⑤ 懸濁重合には、油性のモノマーを水中でかきまぜて分散させ、モノマーに溶解させた開始剤を用いて重合させる方法がある。

I-10 次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 元素とは、物質の種別を表す概念であって、具体的な物質を意味する。
- ② 電子親和力は、金属よりも非金属の方が一般的に大きい傾向がある。
- ③ 元素には、典型元素と遷移元素がある。
- ④ 元素には、単体の性質に基づき金属元素、半金属元素、非金属元素がある。
- ⑤ イオン化傾向とは、金属が液体、とくに水と接するとき、電子を放出してイオンになろうとする傾向をいう。

I-11 機器分析に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① X線光電子分光法は、固体表面の元素分析に用いられる。
- ② X線小角散乱法から粒子の形状や分布に関する情報が得られる。
- ③ ラマン分光法では、物質の双極子モーメントに変化の起こる振動が吸収として現れる。
- ④ シンクロトロン放射で得られる白色光は、一般のX線発生装置に比較して数桁から10桁程度高い輝度を持つ。
- ⑤ 電子スピン共鳴吸収法では不対電子の有無が分かる。

I-12 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 化学物質のリスクは、ハザード（人の健康・環境への有害性）の大きさを動物実験や疫学的手法により調査し、その結果の大小で判断される。
- ② 2002年の持続可能な開発に関する世界首脳会議（WSSD）で「2020年までに化学物質による人・環境への悪影響を最小化する方法で、化学物質を使用・生産すること」という目標が定められている。
- ③ 労働安全衛生法で定められた物質を提供する者は、安全データシート（SDS）などの文書を交付して、その名称、物理的及び化学的性質、人体に及ぼす作用、貯蔵又は取扱い上の注意、応急の措置などを、提供する相手方に通知することが求められている。
- ④ EU域内で1トン／年以上の化学物質を製造あるいは輸入する事業者は、その化学物質を欧州化学品庁に登録しなければならない。登録を申請できる期間（猶予期間）は、取り扱う物質の製造量・輸入量及び危険有害性で異なる。
- ⑤ 日本の化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律（化審法）では、優先評価化学物質を製造し、又は輸入した者は、省令で定めるところにより、毎年度、前年度の製造・輸入数量等を経済産業大臣に届け出なければならない。

I-13 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利用す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、最も優先順位の低い手法とされている。
- ③ ケミカルリサイクルとは、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である。容器包装リサイクル法に基づく廃プラ処理の実績では、ガス化によるリサイクルが最も多い。
- 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、同種の製品の部材として使用する手法をクローズドリサイクルという。
- ⑤ 資源有効利用促進法（改正リサイクル法）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-14 化学反応及び活性化エネルギー E に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。ただし、 A 、 R 、 T 、 k はそれぞれ、反応に特有の定数、気体定数、絶対温度、反応速度定数である。

- ① 化学反応の原系（反応物質）から遷移状態を経て生成系（生成物質）に至る過程において、遷移状態と原系のエネルギーの差を活性化エネルギーという。
- ② k は、以下のアレニウス（Arrhenius）の式によって表される。

$$k = A \exp\left(\frac{-E}{RT}\right)$$

- ③ 系内に活性化エネルギー以上のエネルギーを持つ分子が存在すると、化学反応が進行する。
- ④ 活性化エネルギーは、触媒を用いたり反応条件を変えたりしても、それを変えることはできない。
- ⑤ 一次反応において、 A は（時間） $^{-1}$ の次元を持ち、頻度因子と呼ばれる。

I-15 放射線及び放射能測定の検出方式に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① シンチレーション式は、入射する γ 線のエネルギーと光（シンチレーション光）の強度に関係があることから、入射した放射線から、核種分析が可能になる特長を有する。
- ② GM（ガイガー・ミュラー）計数管式の検出器はガスを封止した金属管と管の中心にある電極で構成される。この方式は金属管の端面に放射線の透過性の良い窓材で封止すれば、 β 線を測定することも可能になる。
- ③ シリコン（Si）半導体検出器は、非冷却で数V程度の印加電圧で使用される。他の検出方式より、一般的に感度が高く、検出器が小さいため、測定器を小型化することができる。
- ④ ゲルマニウム（Ge）半導体検出器は、液体窒素などを用いた冷却が必要になるが、感度が非常に高く、核種分析に適する。
- ⑤ 被ばく積算量の測定は、ポケットサイズの個人線量計が主に用いられ、検出器はSi半導体式が主流である。

I-16 攪拌機付きの薄い金属製容器に100°Cの液体が満たされている。容器の外表面積は、10 m²であり、容器が置かれた室内の温度は20°Cに保たれている。液体側及び空気側の伝熱係数は、それぞれ500 kJm⁻²h⁻¹K⁻¹及び40 kJm⁻²h⁻¹K⁻¹であり、金属の伝熱抵抗及び容器壁面の汚れは無視できるものとする。このとき、容器内の液から容器壁面を通して室内空気へ失われる時間当たりの熱量（ただし、kJh⁻¹を単位とする。）を求める式として、最も適切なものはどれか。

① $(500 + 40) \times 10 \times (100 - 20) = 432,000$

② $500 \times 10 \times (100 - 20) = 400,000$

③ $\sqrt{500 \times 40} \times 10 \times (100 - 20) = 113,140$

④ $40 \times 10 \times (100 - 20) = 32,000$

⑤ $\frac{1}{\left(\frac{1}{500} + \frac{1}{40}\right)} \times 10 \times (100 - 20) = 29,630$

平成26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 | 4 |
| I-2 | 2 |
| I-3 | 2 |
| I-4 | 3 |
| I-5 | 4 |
| I-6 | 3 |
| I-7 | 2 |
| I-8 | 2 |
| I-9 | 4 |
| I-10 | 1 |

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

問 題 文

(選択科目)

～05-1 セラミックス及び無機化学製品～

平成26年度技術士第二次試験問題〔化学部門〕

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 近年、照明や液晶バックライト等に白色の発光ダイオード（LED）が広く実用化されている。白色LEDについて、以下の項目について説明せよ。

- (1) 白色光を発生させる原理
- (2) 使用される材料
- (3) 特徴及び課題

Ⅱ-1-2 圧電体，焦電体，強誘電体を説明し、それぞれどのような関係にあるかを図示して述べよ。また、圧電性を示すセラミックスの利用例を2つ挙げよ。

Ⅱ-1-3 熱力学における「非平衡開放系」について説明するとともに、それを表している無機化学と関連すると思われる事象の例を2つ挙げて説明せよ。

Ⅱ-1-4 次に挙げる無機化学関連の構造・状態分析法の中から2つを選び、その原理と特徴を説明せよ。

- (1) 固体核磁気共鳴分光法（SSNMR）
- (2) フーリエ変換赤外分光法（FT-IR）
- (3) 粉末X線回折法（XRD）
- (4) X線光電子分光法（XPS）
- (5) 示差走査熱量測定法（DSC）

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 ある無機化学製品の製造工程において不具合が生じ，不良製品が発生した。あなたが，この問題の責任者として適切な事後処理を進めるに当たり，前提となる無機化学製品と不具合の状況を特定して，以下の問いに答えよ。

- (1) あなたが想定した不具合と製品について具体的に記述し，正常な製造体制への復旧に向けて取るべき対策について述べよ。
- (2) 対策を進めるに当たって事前に調査する必要がある事項について述べよ。
- (3) (1) に記述した対策のうち，あなたが最も重要と考える対策を進めるための留意事項と，その手順を述べよ。

Ⅱ－２－２ 新規化合物や新材料などの新素材を開発することで，新たな機能や優れた性能を持つ新製品が生み出されている。あなたが開発部門の担当者として，研究部門から提案された新素材について，工業化検討を進めるに当たり，以下の問いに答えよ。

- (1) 新素材の種類を特定した上で，検討すべき項目を，①特性，②コスト，③安全，④環境影響の４つの観点に分けて説明せよ。
- (2) ４つの観点の中から１つを選び，検討を進める具体的な手順を述べよ。
- (3) (2) で述べた検討を進めるに当たり，(2) で選んだ観点到影響を及ぼすと考えられる他の観点を挙げ，互いの関係及び検討の進め方について説明せよ。

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 近年，物，資本，人などの交流、移動が世界的規模に拡大していくことを表す「グローバル化（globalization）」という言葉が，我が国の産業界あるいは学界における教育及び研究面において盛んに唱えられている。

- (1) あなたの専門とする技術分野の1つを特定して，日本の技術水準を諸外国のそれと比較して述べるとともに，その水準をさらに高めるための課題をいくつか挙げよ。
- (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を述べよ。その課題を解決（あるいは改善）するための提案を示し，それがもたらす効果を具体的に示せ。
- (3) あなたの所属する団体あるいはあなた個人が，(1) で特定したあなたの専門とする分野の技術に基づいた「グローバル化」を企図する場合，その活動を具体的に述べるとともに，想定されるリスクについて述べよ。

Ⅲ-2 国連の気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第3作業部会の報告書は，世界の気温上昇を産業革命前と比較して2℃未満に抑える国際目標を達成するには，2050年までに二酸化炭素などの温室効果ガスを2010年比で40～70%減らす必要があると指摘している。このような状況を踏まえ，以下の問いに答えよ。

- (1) あなたが専門とする分野において，二酸化炭素排出削減を進めるために検討すべき課題を，多様な観点から記述せよ。
- (2) 上述した検討すべき課題のうち特に重要と考える課題について，解決するための実現可能な技術的提案を述べよ。
- (3) あなたの技術的提案について，それがもたらす効果を示すとともに，想定されるリスクについても述べよ。

問題文とA評価答案例

(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。)

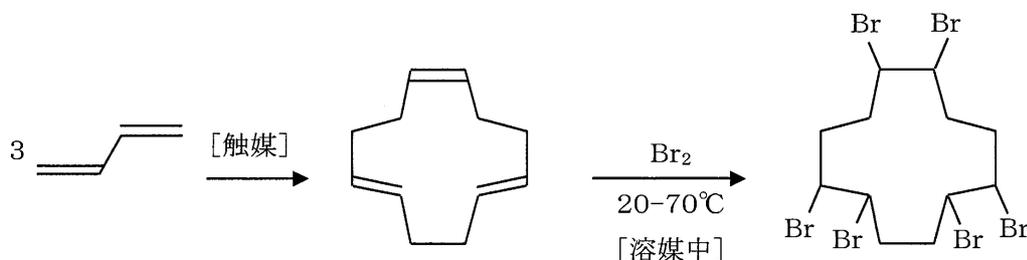
Ⅱ-1 次の4設問(Ⅱ-1-1~Ⅱ-1-4)のうち2設問を選び解答せよ。(設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。)

Ⅱ-1-1 有機化合物のキラリティを表すR-S表示法にCahn-Ingold-Prelog法がある。以下の問いに答えよ。

- (1) Cahn-Ingold-Prelog法について図を用いて簡潔に説明せよ。
- (2) 抗生物質「クロラムフェニコール」の化合物名は、2,2-ジクロロ-N-[(1R, 2R)-2-ヒドロキシ-1-ヒドロキシメチル-2-(4-ニトロフェニル)エチル]アセトアミドである。「クロラムフェニコール」の立体構造式を示せ。
- (3) キラルな構造を持つ生理活性化合物は、鏡像異性体間で異なる生理活性を示す場合が多い。その理由を述べよ。

Ⅱ-1-2 ヘキサブロモシクロドデカン(HBCD)について、以下の問いに答えよ。

- (1) HBCDは以下の反応により合成することができる。



主に得られる異性体の1つを立体構造式で示し、その異性体が主生成物になる理由を述べよ。

- (2) HBCDのようにハロゲンを含む化合物が、有機材料を燃えにくくする理由を述べよ。
- (3) HBCDは有用な難燃剤であったが、2013年に化審法の第一種特定化学物質に指定され、使用が禁止された。その理由を述べよ。

Ⅱ-1-3 ピリジンについて、以下の問いに答えよ。

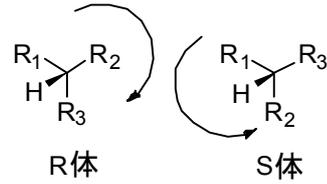
- (1) ピリジンがベンゼンと同じように芳香族性を持つことを、ヒュッケル則 (Hückel's rule) から説明せよ。
- (2) ピリジンへの親電子置換反応は厳しい反応条件が要求され、3-位置換体を与える。その理由を述べよ。
- (3) ピリジンの塩基性は脂肪族アミンのそれと比較してどちらが強いか、その根拠を述べよ。
- (4) ピリジンはベンゼンと違って水に溶ける。その理由を述べよ。
- (5) ピリジン環を持つ天然物が多く知られている。その1つを挙げ、物質名を記せ。

Ⅱ-1-4 メタセシス反応について、以下の問いに答えよ。

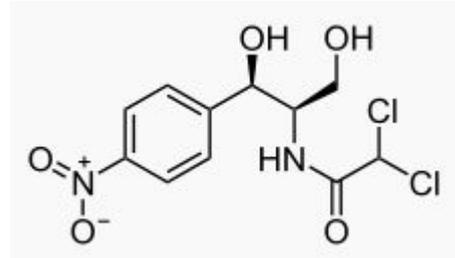
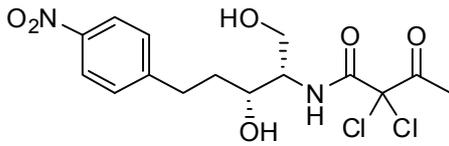
- (1) この反応の特徴について説明せよ。
- (2) この反応に使われている触媒の中心元素名を1つ記せ。
- (3) この反応を使って合成された天然物を1つ記せ。
- (4) この反応は可逆反応であるため、望む方向に反応を進めるにはどんな工夫が必要か述べよ。

II-1-1

(1) 最も原子番号の低い置換基を平面下においた時、平面に記載された 3 つの置換基について原子番号で比較し、高い順に辿った時、右回りになるものを R 体、左回りになるものを S 体と表記する。(原子番号 $R_1 > R_2 > R_3$)



(2)

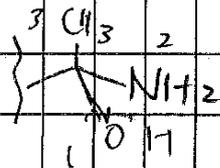


(実際の回答は右図だが、アセトアミドをアセチルアセトアミド、4-ニトロフェニルエチルを4-ニトロフェニルエチルエチルと勘違いした為、左図を解答した)

(3) 生体を構成するタンパク質はキラルなアミノ酸で構成されており、生理活性物質が相互作用する場もキラルな構造をしている場合が多い。従って鏡像異性体間でも親和性が異なり、生理活性を示す場合が多い。

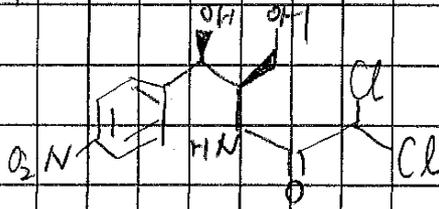
| | | | |
|--------|-----------|----|--------|
| (氏名) | コース E04 | 部門 | 化学部門 |
| (問題番号) | Ⅴ - 1 - 1 | 科目 | 有機化学製品 |
| / 枚目 | / 枚目中 | 専門 | 精密有機合成 |

(1) Cahn - Ingold - Prelog 法について
 Cahn - Ingold - Prelog 法は、化合物の化学的構造
 中のある部位と繋がる、7つの置換基に対して、それら
 を番号付けする際に行われる規則である。



図では、原子番号が大きい方が優先度が高く、OH
 基 > NH₂ 基 > CH₃ 基の順になる。

(2) 抗生物質「クロラムフェニコール」の構造式を以
 下に示す。

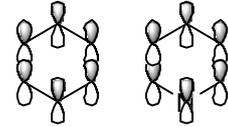


(3) 鏡像異性体間では異なる生理活性を示す場合が多い
 理由について以下に述べる。

キラール分子は、平面偏光を回転させる性質を有して
 おり、鏡像異性体間では必ず逆の旋光性を持っている。
 そのため、キラール受容体に対して相互作用を示す干
 と示さないものが発生し、異なる活性を示す。以上

II-1-3

(1) ピリジンもベンゼンと同様に環状に共役する 3 つの結合を有しており、環内に非局在化された 6 つの電子がある (N の非共有電子対は外に向いている)。これはヒュッケル則の $4n+2(=6)$ を満たすため、ピリジンは芳香族性を有する。



(2) ピリジンは電子不足系であるため、親電子置換反応に対する反応性が低く、また置換位置もメタ(3位)配向性となる。

(追記…親電子置換反応は通常酸性であるため、ピリジンはプロトン化され更に反応性は低下する)

(3) 脂肪族アミンの方がピリジンよりも塩基性が強い。ピリジンの非共有電子対は共役系に一部非局在化するため、塩基性が低下する。

(追記…理由は誤り。プロトン化された時ピリジンは sp^2 混成、脂肪族アミンは sp^3 混成となり、前者の方が強い酸、すなわちピリジンの方が弱い塩基となる)

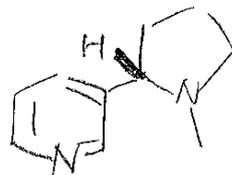
(4) ピリジンの N 原子の非共有電子対が水のプロトンと相互作用するため、ピリジンはベンゼンよりも水溶性が高くなる。

(5) ニコチン。(構造式としてニコチン酸アミドを記載するミス)

| | | | |
|--------|---------|----|--------|
| (氏名) | コース E04 | 部門 | 化学部門 |
| (問題番号) | 正-1-3 | 科目 | 有機化学製品 |
| / 枚目 | / 枚目中 | 専門 | 精密有機合成 |

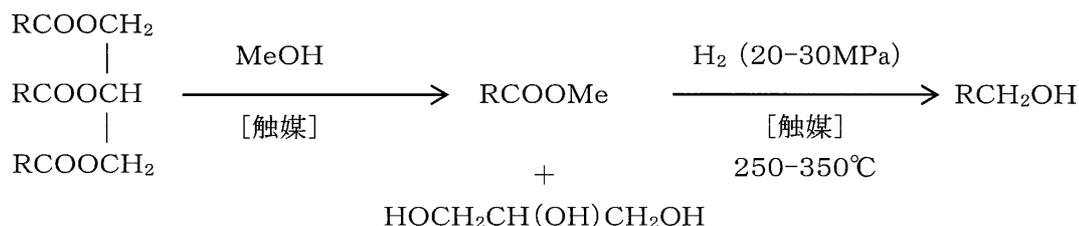
| | |
|-----|---|
| (1) | ヒュッケル則に基づき、ピリジンがベンゼンと同様に芳香族性を持つことを以下に述べる。 |
| | ヒュッケル則は、平面環状分子について芳香族性を推定する規則でπ電子の数が $4n+2$ (n は整数) であれば芳香族性を有する。ピリジンはπ電子数が6であり、ベンゼンもπ電子数が6であるため、ともに芳香族性を示す。 |
| (2) | ピリジンへの親電子置換反応は厳しい反応条件が要求され、3-位置換体を与える理由について以下に述べる。 |
| | ピリジンの陽イオン中間体であるピリジニウムイオンの陽電荷が -2 、4位に非局在化しており、それらの位置が求電子的攻撃を受けにくいためである。 |
| (3) | ピリジンの塩基性が脂肪族アミンと比較して塩基性が弱い理由について |
| | ピリジンと脂肪族アミンの窒素原子の混成に差があるため。 |
| (4) | ピリジンはベンゼンと違って水に溶ける理由について以下に述べる |
| | 窒素原子は炭素原子と比べて電気陰性度が高く分子内で極性が生じていること。また、ピリジンの窒素原子が水分子と水素結合をしているためである。 |
| (5) | ピリジン炭を原料とする天然物の物質名について |
| | 物質名は、ニコチンである。 - 以下 - |

(ニコチンの構造式)



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 天然の油脂を原料とし，次の反応式で示す方法で高級アルコールを製造する部門の責任者として，製品のコストダウンの検討（以下，「この検討」という。）を進めることになった。以下の項目に関してどのように対応するか記述せよ。



- (1) この検討を進める上で事前に調査する事項
- (2) この検討を進める手順
- (3) この検討を実施するに当たって安全上留意すべき事項

Ⅱ－２－２ 家庭用燃料電池システムや燃料電池自動車で使用される水素は，炭酸ガスを排出しないクリーンな環境低負荷型エネルギー媒体であるが，気体であるため水素を貯蔵し輸送する際に煩雑な方法が要求される。

そのため，液化可能な水素キャリアー（水素を固定化して貯蔵する有機材料）を用いる方法が検討されている。そして，あなたがこの方法の商業化に取り組むことになった。このような状況において，以下の問いに答えよ。

- (1) 商業化計画を策定するに当たって，調査・検討すべき事項とその内容を記述せよ。
- (2) 商業化を実現するための具体的構想を，技術的観点から述べよ。
- (3) (2) の具体的構想を実現する際に，留意すべき事項を述べよ。

II-2-1

(1) この検討を進める際に事前に調査する事項

事前調査事項としては、以下の3つが挙げられる。

(1.1) 反応の妥当性・効率性

(1.2) 反応に用いる原料のコスト・流通性・安全性・法規制

(1.3) 反応の最適化情報

(2) この検討を進める手順

実際に検討を進めるにあたり以下の手順で実施する。

(2.1) 反応ルートの確定

求められるクライテリアと納期により、適切な反応ルートを選定する。例えば納期が短ければ既存合成法の改良を選択し、逆に納期が十分にあれば大きな改善が見込める抜本的な合成法の確立に着手する。

(2.2) 反応最適化

集めた事前情報を用いて、各反応を最適化する。この際はコスト・流通性・安全性・法規制を十分に考慮する。

(2.3) 製造に向けてのスケールアップ

再現性・安全性に留意しながら、目標スケールまでのスケールアップを行う。

(3) この検討を実施するに当たって安全上留意すべき事項

検討の段階により勘案すべきリスクが異なるので、状況に応じた対策をしっかりと行う。

(3.1) 部分最適化

この段階では用いる試薬によるヒト健康影響や環境生態影響が主な懸念事項となる。もちろん危険な反応によるフィジカルリスクもありうるが、そのような反応は避けるべきである。

(3.2) スケールアップ

この段階では、上記の2つに加えて、フィジカルリスクにより重点を置いて対策を行う必要がある。特に発熱反応では、スケールアップにより温度制御が困難となる例も多いので、十分に注意して検討を行う。

(注記)

再現回答なので、内容は概ね同じですが、恐らく文字数や空白に合わせるよう書き方が変わっていると思います。

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 危険物や有害物を取り扱う化学工場での操業は，正社員，派遣社員，請負，下請け等が混在する作業員によって実施されるため，操業や設備管理に起因した事故のみでなく，人の行動に起因した事故が発生する可能性は無くならない。事故が発生した場合，事故当事者だけに責めを負わせる責任追及型では事故は無くならず，再発防止のための対策指向型への意識転換が必須になる。

このような状況を踏まえて，化学工場の事故の防止について以下の問いに答えよ。

- (1) 操業や設備管理に起因した事故の要因と人の行動に起因した事故の要因を，各2つずつ挙げ説明せよ。
- (2) あなたが挙げた要因のうち，あなたが最も重要と考えるものを1つ選び，実現可能な事故防止策を具体的に示せ。
- (3) あなたの示した事故防止策がもたらす効果を具体的に示すとともに，防止策を実施した際に生じ得るリスクについて述べよ。

Ⅲ-2 石油，石炭の枯渇や環境問題などから，有機化学製品の原料となる炭素資源を何に求めるかが我が国化学産業の課題となっている。その中で近年天然ガスが，埋蔵量，世界的な分布，採掘技術の進歩などの理由により，有機化学製品の原料として注目されている。これに関し，以下の問いに答えよ。

- (1) 天然ガスを有機化学製品の原料としたとき，石油や石炭といった他の化石原料と比較して，天然ガスが不利な点を3つ挙げ，理由を述べよ。
- (2) あなたが挙げた3つの不利な点を克服しようとしてきた技術について述べ，不利な点を克服できたかどうか評価せよ。
- (3) (2) で記述した技術について1つを選び，現時点での課題を挙げ，その解決策を提案せよ。

III-1

(1) 化学工場での事故の要因

(1.1) 操業や管理設備に起因するもの

(1.1.1) 想定外の状況

アクロレイン貯蔵庫での爆発事故においては、外部タンクで保存していたアクロレインが高い外気温により自己縮合し、爆発的な反応が起こった。

(1.1.2) 反応設計ミス

過酸を用いた製造での爆発事故では、少量スケールでは発見できなかった過酸の局所的な滞留が爆発の原因となった。

(1.2) 人に起因するもの

(1.2.1) 非常作業による混乱

近年は需要の多様化や製品ライフサイクルの短期化により少量多品種生産が行われる事が多くなっているが、これは作業員に混乱をもたらす事故の原因となりうる。

(1.2.2) 作業員の教育や連携の不十分さ

限定雇用の非正規の増加により作業員の教育や技能が不十分になったり、作業員の頻繁な入れ替わりによる作業員間のコミュニケーションや連携が不足し、事故の未然防止や対応において問題が生じる。

(2) 最も重要と考える要因と実現可能な防止策

非正規職が増えた現在において、従業員の教育や連携の不十分さは製造に限らず全組織的な問題であり、事故発生のみならず生産性低下にも繋がる重要な問題である。化学産業としても全社的にこの問題に取り組む必要がある。

それに対する実現可能な防止策として以下の4つを挙げる。

(2.1) 比較的長期の雇用（5年）

多くの非正規社員が法律的な側面から3年をサイクルとして就労している。これを例えば5年とすれば、企業においては熟練者の確保、労働者においては生活の安定に繋がる。

(2.2) 多めの人員確保

多めの人員を確保する事は、天災やアクシデントに対する備えとなる。ワークシェアリングなどを活用する事で、1個人あたりの作業量をコントロールし、作業員の労働環境を改善する事も可能となりうる。

(2.3) 厚生行事

作業員間の親睦を深め、コミュニケーションや連携を密に行える風通しの良い組織にする。

(2.4) 適切なマニュアルの作成

適切なマニュアルを作成・活用することで、作業員への教育やアクシデントへの対応をより効率的かつ完全なものにする。

(3) 事故防止策の具体的効果とリスク

(3.1) 厚生行事の具体的効果

厚生行事を実施することにより期待される効果として、従業員間のコミュニケーションを促進し、業務での連携がしやすくなる事が挙げられる。非正規雇用の増加により人的流動性が高まった現状において、従業員間の相互理解を深める事の重要性は増していると言える。

(3.2) 厚生行事のリスク

対するリスクとしては実施する費用が挙げられる。またベネフィットの定量化が難しく、費用対効果が測りにくい事も、厚生行事を効率的に実施する事を難しくしている原因の一つである。

(3.3) 厚生行事の効率的実施

限られたリソースで厚生行事を効率的に運用するための施策として、マネージャーの義務の1つとし正式に評価する事を提案する。

グーグルによる「優れたマネージャーの8つの習慣」の中に「コミュニケーションをよく取り、チームの意見に耳を傾ける」という項目がある。創造的かつ人的流動性が高いグーグルにおいてこのような主張がなされている事は、厚生行事の有効性の傍証の1つとなりうる。マネージャーが厚生行事を通して個々の性格と資質について理解を深める事は、生産性向上や安全性確保に寄与する。

(4) 事故防止に向けた実際の運用

事故防止において重要な事は、多面的な安全性対策が実施されることである。厚生行事についても作業環境管理と併用して初めて効果のあるものである。設備などのハード面と作業マニュアルなどのシステム面において十分に安全性を確保した上で、作業員間の良い人間関係を築き風通しの良い組織にしていく事が、事故のリスクを最小限に抑える事に繋がる。

(注釈)

試験後にメモを元に作成しているため、細かい文体や書き方が異なっていると思いますが、回答の趣旨は試験解答と同じです。

| | | | |
|--------|---------|----|--------|
| (氏名) | コース E04 | 部門 | 化学部門 |
| (問題番号) | 五-1 | 科目 | 有機化学製品 |
| /枚目 | 3 枚目中 | 専門 | 精密有機合成 |

(1) 操業や設備管理に起因した事故の要因と人の行動に起因した事故の要因について以下に述べる。

1. 操業や設備管理に起因した事故の要因

1. 1 定修・メンテナンスに配慮しない生産計画
生産量増加のため、生産設備の定修・メンテナンスを意図しない生産計画で操業を行い、設備・装置の不具合・故障が発生し、事故が発生する。

1. 2 定期・日常点検の未実施
製造設備の定期・日常点検が未実施であれば、設備・装置・機械類の不具合・異常が早期発見されず、結果として、事故につながる。

2. 人の行動に起因した事故の要因について

2. 1 ヒューマンエラー
作業者が実際に作業する場合、作業ミスのようなヒューマンエラーが考えられる。作業ミス・機械の操作ミスにより、反応で異常が発生し、事故につながる。

2. 2 作業者の教育の未実施
作業者の教育が未実施であれば、設備・装置・機械類の危険性が認識されず、作業手順が教育されなければ、作業中の危険性が作業者に理解されず、そのため、無知により安全な作業が実施されず、事故につながる。

(2) 実現可能な事故防止策について
私が最も重要な実現可能な事故防止策は、1. 2 に示す定期・日常点検の未実施であると考えられている。

| | | | |
|--------|---------|----|--------|
| (氏名) | コース E04 | 部門 | 化学部門 |
| (問題番号) | 五 - 1 | 科目 | 有機化学製品 |
| 2 枚目 | 3 枚目中 | 専門 | 精密有機合成 |

具体的な事故防止策を以下に述べる。

①点検計画の策定：製造で使用する設備・装置・機械類の定期・日常点検を年間計画に盛り込み、実施することによって事故防止につなげる。

②点検マニュアルの作成：設備・装置・機械類の点検計画も含めて点検マニュアルを作成する。点検作業で必要な道具・点検作業の手順・点検での注意事項を具体的に示し、作業がやり易いマニュアルにする。作業者がマニュアルに沿って点検作業を行い、設備・装置・機械類の不具合・異常を早期発見し、修理・部品交換をすることにより事故防止につなげる。

③点検実施のための教育：点検マニュアルに従い、作業員に対して、上長などが点検作業教育を実施しなければならぬ。教育を行う時は、文書による教育だけでなく、実際の設備・装置・機械類を点検しながら教育し、作業員に理解してもらう。また、年間の教育計画に反映し作業員の点検スキルを向上させる。作業員の点検スキル向上により、設備・装置・機械類の不具合・異常の早期発見で、事故防止につなげると考えられる。

(3) 事故防止策がもたらす効果と防止策を実施した際に生じ得るリスクについて

1. 事故防止策がもたらす効果について

①事故の未然防止：作業員が、設備・装置・機械類の点検を実施することにより、不具合・異常を早期発見

問 題 文

(選択科目)

～05-3 燃料及び潤滑油～

平成26年度技術士第二次試験問題〔化学部門〕

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 燃料油に使用される添加剤として、下記(A)～(D)の中から2つを選び、それぞれ(1)～(3)の項目について説明せよ。

(A) 酸化防止剤，(B) 清浄分散剤，(C) 潤滑性向上剤，(D) 低温流動性向上剤

- (1) 添加剤を使用する背景・目的
- (2) 添加剤の性能・効果の評価方法
- (3) 添加剤の作用機構と主要成分

Ⅱ-1-2 我が国における一次エネルギーとしての天然ガスに関して、以下の項目について説明せよ。

- (1) 一次エネルギー源としての位置づけと特徴（他の化石燃料と比較）
- (2) 需要（用途）の現状
- (3) 供給（輸入先）の現状
- (4) 今後の課題

Ⅱ-1-3 米国石油協会（API：American Petroleum Institute）では、潤滑油基油をグループ1～5までの5種類に分類している。

- (1) 分類の基準を示せ。
- (2) それぞれのグループ基油の特徴と用途を述べよ。

Ⅱ-1-4 潤滑油の寿命を決める要因の1つに酸化安定性がある。日本工業規格（JIS K 2514-2：2013，JIS K 2514-3：2013）において、タービン油酸化安定度と回転ポンベ式酸化安定度が規格化されている。

- (1) それぞれの酸化安定度の概要と試験の原理を述べよ。
- (2) それぞれの試験方法の長所と短所を示し、どのように使い分けられているか述べよ。

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 戦後植林した木が成熟し，日本は世界でも有数の森林蓄積を有するまでになった。一方，化石燃料の高騰や気候変動問題から，再生可能エネルギーの１つとして木質バイオマスに対する関心が高まっている。あなたが施設への木質バイオマスボイラー導入の計画策定責任者として業務を遂行するに当たり，下記の内容について記述せよ。

- (1) 計画策定に当たって事前に調査・分析する必要がある事項
- (2) 計画立案の手順
- (3) 業務を進めるに当たって留意すべき事項

Ⅱ－２－２ 接触している２つの固体間に機械振動が与えられた場合に，フレッチング摩耗と呼ばれる表面損傷を生じる事がある。フレッチング摩耗が生じると装置全体の性能にも大きな悪影響が出てくる事から問題が大きい。組立て後には内部の状態を外側から確認し難い装置内の転がり軸受を想定して，以下の問いに答えよ。

- (1) フレッチング摩耗の特徴を述べ，次いで各種計測技術を応用して転がり軸受にフレッチング摩耗が発生しているかどうかを診断する方法を述べよ。
- (2) 油潤滑とグリース潤滑の場合に分けて，潤滑油剤によって転がり軸受の耐フレッチング摩耗を抑制させる方法を述べよ。
- (3) 潤滑剤によるフレッチング摩耗の抑制方法を採用するに当たっての留意点を述べよ。

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 民間航空機用のジェット燃料は，エネルギー密度の高さや給油時のハンドリングの容易さなどの理由から灯油系の液体燃料が使われている。従来の航空機用ジェット燃料は石油由来であるが，最近の気候変動への対応や，持続可能なジェット燃料の確保の観点から，バイオジェット燃料が注目されている。2009年6月国際航空運送協会（IATA）は，「2050年には航空ジェット燃料の50%をバイオジェット燃料で賄う。」という目標を発表した。2011年にバイオジェット燃料がASTM規格で承認され，世界中の民間ジェット航空機で使用できるようになったことから，世界各地で商用化の動きが活発化している。このような状況を踏まえ，以下の問いに答えよ。

- (1) 我が国でのバイオジェット燃料の普及・拡大に向けた課題を3つ抽出し説明せよ。
- (2) (1)で抽出した課題のうち1つを選んで具体的対応策について説明せよ。
- (3) 具体的対応策を実施する上で留意すべき事項について説明せよ。

Ⅲ-2 機器の性能上及び省エネルギーの観点からは，それぞれの潤滑部分に最適な潤滑油を用いるのが理想的である。しかし，給油間違い等による問題が生じやすく，資材管理が煩雑になるなど，保全に多大な労力が必要とされる。そのため，潤滑管理の観点から，油種の統合に対するニーズがますます強まっている。

そこで，工場の設備機械に多く使用されている鉱油系油圧作動油と鉱油系軸受油の油種統合を図る事を想定し，以下の問いに答えよ。

- (1) 油圧作動油に必要とされる性能・特性について述べよ。
- (2) 軸受油に必要とされる性能・特性について述べよ。
- (3) 両油種を統合する場合において検討すべき事柄を多面的に述べよ。
- (4) 統合を実現するに当たって，課題を解決するための技術的な提案を述べよ。

問題文とA評価答案例

(選択科目)

～05-4 高分子製品～

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 高分子の融点（ T_m ）は、融解前後のエントロピー変化（ ΔH ）及びエントロピー変化（ ΔS ）により下式で表される。

$$T_m = \Delta H / \Delta S$$

(1) 上式より、高分子の融点を上げるにはどのような分子構造が好ましいか、エントロピー変化及びエントロピー変化の両面から述べよ。

(2) (1)に基づき、最も高い融点を持つと考えられる高分子の具体例を1つ挙げ、その成形法について述べよ。

Ⅱ-1-2 電気絶縁性で熱伝導性の高分子材料（熱可塑性プラスチック，熱硬化性樹脂，ゴム）が必要とされている。ところが、一般の高分子材料は、電気絶縁性であるが熱伝導率が極めて低い（0.2～0.3 W/mK）。こうした高分子材料の熱伝導性を向上させる技術に関する以下の問いに答えよ。

(1) 一般的な高分子材料は熱伝導性が低い。その理由を示せ。

(2) 分子構造制御された高分子材料の中には、一般的な高分子材料よりも熱伝導性が高いものがある。そのような高分子材料を2例挙げよ。

(3) 高分子材料に無機フィラーを配合して熱伝導性を向上させた複合材が開発され、商品化されているものがある。それはどのような無機フィラーか。2例挙げよ。また、その配合物で現在使用されている用途、あるいは将来使用が期待される用途を2例示せ。

Ⅱ－１－３ ポリ乳酸について、以下の問いに答えよ。

- (1) ポリ乳酸を工業材料として使用する場合の特長と問題点について述べよ。
- (2) ポリ乳酸が工業材料として多量に消費された場合の影響を、環境保護及び食糧需給の観点から述べよ。

Ⅱ－１－４ 精密重合技術の1つとして重要性が高まりつつある連鎖重合によるリビング重合について、以下の問いに答えよ。

- (1) リビング重合に特徴的な生成ポリマーの分子量制御について、重合機構の観点から説明せよ。
- (2) リビング重合を用いて合成できる構造の明確なポリマーの具体例を挙げ、工業的な用途と用いられる理由を述べよ。

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 化学企業A社の研究所において，新規な機能を持った高分子Xが見い出された。A社は汎用樹脂の製造・販売が80%を占め，機能性高分子の市場を持っていない。しかし，Xの将来性に着目し，早期の商品化を目指して開発チームが組織され，あなたがその責任者に指名された。開発チームの責任者としてXの商品化を進めるに当たり，以下の問いに答えよ。

- (1) 開発をスタートするに当たり，事前に調査・検討すべき事項を述べよ。
- (2) 商品化するまでのステップを時系列で述べよ。
- (3) 商品化に当たっては強い特許網の構築が必須となるが，そのための取組みを具体的に述べよ。
- (4) 市場開拓を行うに当たって留意すべき事項を述べよ。

Ⅱ－２－２ あなたが勤務するプラスチック製品の成形メーカーが，顧客からバンパー（4～5 kg）の大量受注（月10,000個）を得た。生産技術部門のリーダーであるあなたは，最も効率的かつ短時間で生産技術を確立するに当たり，① 製品の形状・使用環境から必要とされる特性，② 生産性向上と不良防止対策，③ 作業員・使用者への安全性，④ 環境への配慮（省資源，省エネルギー，カーボンニュートラル），⑤ コストについて検討して総合的に判断する必要がある。

- (1) 「材料の選択と配合組成物の検討」から始めて「性能確認試験」を完了するまでに検討すべき4工程を記せ。
- (2) あなたが選んだ4工程と「材料の選択と配合組成物の検討」及び「性能確認試験」の6工程において，①～⑤のうちから3項目を選び，どのような検討をするべきかを具体的に記せ。ただし，工程ごとに①～⑤の中から任意に3項目を選択して解答してもよい。

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 経済のグローバル化に伴い，我が国の化学産業の国際競争力の強化が急がれている。競争力強化のためには原料転換への対応，高付加価値製品の創出，研究開発の効率化，高度技術系人材の育成など多くの課題を克服する必要がある。これらの課題に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 近い将来，石油からシェールガスへの原料転換が予測される。この原料転換が我が国の化学産業に与える影響について経営及び技術の両面から論述せよ。
- (2) 高付加価値製品は商品化した当初は大きな市場が確保されていないケースがある。このような場合，どのように市場開拓を進めるべきか，あなたの考えを具体的に述べよ。
- (3) 研究開発の効率化に関しては，研究開発部門と事業部門との間の組織的な壁により，研究開発の成果がうまく事業化されない問題が挙げられる。この問題を解消するにはどのような取組みが有効か，あなたの考えを具体的に述べよ。
- (4) 企業が高度技術系人材に求める能力のうち重要と考えられるものを5つ挙げ，さらに，これらの能力向上のために有効な施策を5つ挙げよ。

Ⅲ－２ 近年，発展途上国を中心とした海外市場が拡大しつつある。そのため，高分子製品（熱可塑性プラスチック，熱硬化性樹脂，ゴム）のユーザーメーカー（自動車メーカー，家電製品・モバイルメーカー，部品メーカーなど）は，現地生産を積極的に進めてきている。こうした動きに対応するために，高分子製品メーカーも海外での現地生産を進めてきている。その結果，高分子製品産業の国内空洞化が顕著になり，雇用が減少する傾向にある。国内空洞化を止める方策の1つとして，ユーザーメーカーが競争力のある製品向けに高分子製品を開発するなり，高分子製品メーカー自体が競争力のある製品に特化して新たな高分子製品を開発することにより，他国企業が真似することができない高付加価値製品を開発し，その結果として国内生産の拡大につなげることが考えられる。この点について以下の問いに答えよ。

- (1) 日本企業が競争力のある高付加価値製品を，ユーザーメーカーで2例，また高分子製品メーカーで2例挙げよ。また，その製品の競争力が強くなった理由を記せ。
- (2) (1) で挙げた4例について，高分子製品メーカーは，どのような高分子製品によりどのような性能・品質を目標とした技術開発を進めるべきかについて述べよ。
- (3) (1) で挙げた4例について，① 資源，② エネルギー，③ 環境，④ 人への安全性の中から2項目（製品ごとに異なった項目を選んでも良い）を選び，課題と解決策を述べよ。なお，文章で記述しても，表にまとめて記述しても良い。

| | | | | | | |
|------|--|------|----|-------------------|------|--------|
| 氏名 | | 技術部門 | 部門 | 受験申込書に記入した専門とする事項 | 問題番号 | Ⅱ-1 |
| 受講番号 | | 選択科目 | 科目 | | 枚数 | 枚目/ 枚中 |

○受講番号、問題番号、技術部門、選択科目、受験申込書に記入した専門とする事項及び枚数の欄は必ず記入すること。(24字×25字=600字)

(1) エーテルガスの特徴として、次の2つが挙げられる。

(1) ガスの成分が産出する場所が異なる。

(2) エーテルは比較的採りやすいが、プロピレンやブタジエンの採り留分は不足しかるのである。

以上の事から、プロピレン(以下、C3')、ブタジエン(以下、C4')の成分を源とできる誘導体の生産が難しくなる可能性が示唆される。経営的には、C3'、C4'留分由来の誘導体の生産量の確保が課題があり、技術的には、C3'、C4'留分をエーテルガスからどのようにして造るかという生産技術の確立が課題があると考へる。経営的には、T7セーフ原料との併用を模索すべきと考へられる。エーテルはコストが低く、エーテルガスが位置付けられるのである。C2'はエーテルガスで賄い、C3'、C4'はC2'からの変換技術で対応してゆくのが戦略的戦略と考へる。OCV(オレフィン-2-2バ-2-2ユニット)に於てC2'からC3'への変換、C4'への変換はその一例になる。また、C5化率を上げることもエーテルガスの変換(MTP: Methanol to Propylene)に於てC3'の合成も必要になると思われる。

(2) 高付加価値製品の商品化は、特定顧客との関係により製品化されたものであり、特定機能の側面を特長としてくる。よって、性能の他顧客へのアピール

| | | | | | | |
|------|--|------|----|-------------------|------|--------|
| 氏名 | | 技術部門 | 部門 | 受験申込書に記入した専門とする事項 | 問題番号 | Ⅲ-1 |
| 受講番号 | | 選択科目 | 科目 | | 枚数 | 枚目/ 枚中 |

○受講番号、問題番号、技術部門、選択科目、受験申込書に記入した専門とする事項及び枚数の欄は必ず記入すること。(24字×25字=600字)

が不十分である他、気付かぬ機能の評価される事
 有り得る。市場開拓のための方策として、以下の点に
 挙げる。
 1) 製品の性能アピールを行う商談会、展示会への
 出席と他顧客の引き合いを促す
 2) 新市場探索を特定顧客に、あるいは他顧客と共
 同で進めて開発を促す
 3) 特定顧客、新規顧客の要求を引き込んだ開発を
 行い、気付かぬ機能の発掘を進める。
 以上の行動を行う事で、市場のすそ野が拡がる事を
 期待できると考える。
 (3) 研究開発のテラ選択効率化には重要である
 と考える。それに加え、一不主体が二不主体であるか
 にも依存する。一般的に三不主体の成功例が多いと
 言われる。私も同意する。事業部門は、事業の効率
 化に開発製造コストの抑制を図りたい。一方で研究開
 発部門は、自社開発の技術成果を新製品に盛り込みた
 い意向が強い。よって、両方の要求を上手くバランス
 させる事が必要と思われる。具体的には、市場要求と
 事業のコスト低減を両立させる技術開発として、自社
 開発の技術成果を盛り込む位置付けが望ましい形にな
 ると考える。できる限りスマックを避けたいため二
 一不主体での開発が良いと考える。
 (4) 高度技術系人材としての能力は、以下に挙げる
 点に加えて重要だと考えている。

問 題 文

(選択科目)

～05-5 化学装置及び設備～

平成26年度技術士第二次試験問題〔化学部門〕

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 近年話題となっているPM2.5などに代表されるように、大気汚染物質の1つに粒子状物質がある。これらの物質を、フィルターを用いて除去（ろ過集じん）する場合、粒子径が0.1～0.5 μm 以下の粒子と数 μm 以上の粒子とでは除去機構が異なる。その違いと理由について、ガス流線とフィルター媒体との関係を図示し、ガス流速との関係に基づいて説明せよ。

Ⅱ-1-2 化学工業では、炭素鋼を腐食させる物質を扱うことが多く、その場合の手段として耐食性がある材質そのものを使う場合もあるが、炭素鋼の構造体に耐食性がある材質をライニングするという手段がある。このことに関して、以下の問いに答えよ。

(1) 対象となる腐食物質や、温度等の条件を考えて、どのようなライニング材質が使用されるかについて例を挙げて述べよ。

(2) 上記ライニングをした機器を取り扱う上での注意事項を述べよ。

Ⅱ-1-3 化学工場では、分離精製装置として蒸留塔が非常に多く使われている。共沸がある系では分離が難しいが、適切な方法を取れば分離が可能になるので、いくつかの方法が実際に使用されている。このことに関して、以下の問いに答えよ。

(1) 共沸がある系でも蒸留で分離する方法の例を挙げて、原理を説明せよ。

(2) 蒸留と他の方法との組合せで、共沸がある系の成分を分離する方法もある。この例を挙げて、原理を説明せよ。

Ⅱ-1-4 分離操作の1つに晶析操作がある。このことに関して、以下の問いに答えよ。

(1) 晶析操作は蒸発晶析と冷却晶析とに大別されるが、両者の原理上の違いを、溶解度曲線（横軸：温度，縦軸：濃度，曲線：溶解度）を図示し、簡潔に述べよ。

(2) 食塩は、工業的に蒸発晶析，冷却晶析の何れの操作によって製造されるか答えよ。また、その理由について簡潔に述べよ。

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 高圧ガス設備を含む，可燃性液体（消防法に定められた危険物）を取り扱う化学プラントで，機器の開放点検を伴うプラント全体のメンテナンスを行うことになった。あなたが本件の計画遂行責任者に任命されたとして，以下の問いに答えよ。

- （１）メンテナンス計画を策定する前に，特に安全の観点から，事前に調査・検討すべき事項を述べよ。
- （２）メンテナンス計画の概要とその遂行手順を述べよ。
- （３）このメンテナンスにおいて，特に留意すべきことを述べよ。

Ⅱ－２－２ 現在稼働中の設備があり，増産する為に15%の能力増強が必要であることが判った。この目的を達成するために，コスト，期間を最小にできる方法を検討してほしいとの要請があり，検討を行うことになった。このような状況において，以下の問いに答えよ。

- （１）検討計画を作成するに当たって，考慮すべきことを述べよ。
- （２）検討業務を実施する手順について述べよ。
- （３）業務を進めるに当たっての留意事項について述べよ。

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 化学装置及び設備における高度な技術開発には，産官学の連携が欠かせないものと考えられる。我が国では，これまでにエネルギー，環境，新素材などに関する多くの技術が産官学連携によって開発されてきた。今後，化学装置及び設備に関わる次世代技術を産官学連携で開発することを想定して，以下の問いに答えよ。

- (1) 産官学連携で取り組むのに相応しいと考えられる開発テーマを1つ挙げ，そのテーマにおいて最も重要と考えられる開発課題と，それが重要と考えられる理由を述べよ。
- (2) 産官学連携による理想的な共同研究開発のあり方について，あなたの考えを述べよ。
また，(1)で挙げたテーマにおいて企業，公的研究機関，大学がそれぞれ果たすべき役割を具体的に述べよ。
- (3) 現実の開発過程ではいろいろな問題が生じることが考えられるが，その原因と対処方法について，あなたの考えを述べよ。

Ⅲ-2 我が国における産業の空洞化を防ぎ，化学工業の発展を図るために，化学製品やプロセスに関して新技術の開発が必要であるとされ，様々なものが検討されている。これらの検討の中から，将来有望なプロセス，例えば省エネルギー生産プロセスが提案されたとし，あなたがこれを事業として採用し，成功させるためのプロジェクトリーダーに指名されたとする。このような状況の下で，以下の問いに答えよ。

- (1) 新規開発案件を事業化するかどうか判断するための基本的な考え方を述べよ。
- (2) 上述の事業化を進めるとなった場合の重要課題を抽出し，解決策とその実施手順を具体的に述べよ。
- (3) あなたが立案した計画の有効性，リスク及び対処方法について述べよ。