

5-4 化学プロセス【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1設問を選び解答せよ。（緑色の答案用紙に解答設問番号を明記し，答案用紙1枚にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 相対揮発度 $\alpha = 2.5$ の2成分系を下图（a）の蒸留塔で分離する。操作条件は供給流量 $F = 4 \text{ kmol/h}$ ，留出液流量 $D = 2 \text{ kmol/h}$ ，缶出液流量 $W = 2 \text{ kmol/h}$ ，供給組成（低沸点成分モル分率） $z_F = 0.5$ ，留出液組成 $x_D = 0.93$ ，缶出液組成 $x_W = 0.07$ ，供給の液割合 $q = 0.5$ である。また，還流流量が L で還流比 $R (= L/D)$ である。この条件と McCabe-Thiele の階段作図法により蒸留塔の理論段数 N を求めた。Column1（図（b））は $R = 2$ で段数 $N = 10$ ，Column2（図（c））は $R = 4.6$ で段数 $N = 7$ であった。

（1）図（a）に示すリボイラ発生蒸気量 V' [kmol/h] を F ， q ， D ， W ， R で表せ。

これより，Column1 と，Column2 の V' はいくらか。

（2）蒸留塔のランニングコスト C_Q [億円/年] がリボイラ発生蒸気量 V' [kmol/h] に比例して， $C_Q = 0.05 \times V'$ とする。Column1，Column2 の C_Q を求めよ。

（3）一方，Column1（10段）の建設費が $C_I = 2.8$ 億円，Column2（7段）の建設費が $C_I = 2$ 億円と見積もられた。運転年数 $Y (= 0, 1, 2 \dots)$ により，総経費 C_T [億円] が $(C_T = C_I + C_Q \times Y)$ で計算されるとして，運転年数により Column1，Column2 のどちらの総経費が低いか述べよ。

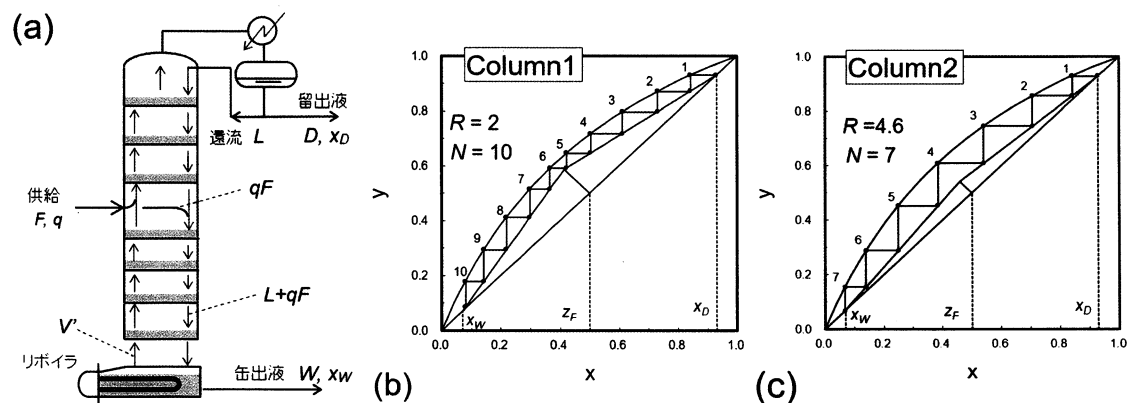
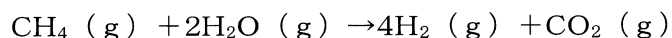


図 蒸留塔

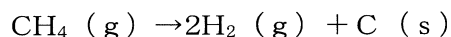
Ⅱ－１－２ 代表的な水素製造技術を比較する。

「改質法」ではメタンと水蒸気を原料にして水素とCO₂を生成する：



「水電解法」では電解槽で水を電気分解する： $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + (1/2)\text{O}_2(\text{g})$

「熱分解法」ではメタンを加熱して水素と固体炭素に分解する：



(1) 上記の反応式と以下の各成分の標準生成熱 $\Delta_f H^\circ$ から各反応の反応熱 [kJ] を求め、各方法における水素 1 mol の製造に必要なエネルギー [kJ/mol-H₂] を示せ。

	CH ₄ (g)	H ₂ O (g)	H ₂ O (l)	CO ₂ (g)	H ₂ (g)	C (s)	O ₂ (g)
$\Delta_f H^\circ$ [kJ/mol]	-74.8	-241.8	-285.8	-393.5	0	0	0

(2) (1) の結果を含め、3つの水素製造法それぞれの長所、短所を述べよ。

Ⅱ－１－３ PFAS（有機フッ素化合物）の有害性が指摘されている。有害性の懸念とは何か、また何が原因か説明せよ。

Ⅱ－１－４ 熱の移動現象における3つの伝熱機構についてその特徴を専門用語を用いて述べ、工業的にその機構が活用されている例をそれぞれ挙げよ。

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。（青色の答案用紙に解答設問番号を明記し，答案用紙２枚を用いてまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 化学企業の技術者に対する新人研修では，実務や製造現場でのOJT（On-the-Job Training）が実施されることが多い。OJTでは担当指導者のもと，新人技術者が実際の業務を体験学習する。あなたが新人技術者OJTの担当指導者として，OJTの企画から実行・報告までの業務全般を担当するとして，下記の内容について述べよ。

- （１）担当指導者としてOJTの計画について検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- （２）OJTの遂行手順を示し，それぞれの段階において留意すべき点，工夫を要する点を述べよ。
- （３）OJT業務を効果的に進めるための社内関係者との調整方策について述べよ。

Ⅱ－２－２ 最新の技術で高品質の化学製品を作っても，最終工程で成形不良，異物混入，色調不良等により出荷できない事例が増えている。特に最近では，商品差別化により，客先の要求品質が厳しくなり，当初は統計的な抜き取り検査で済んでいたものが，全数検査の要求が出され，検査費用の増大がみられる。下記の内容について化学プロセス技術者の立場で記述せよ。

- （１）市場要求の変化により，問題文のような原因でコスト増大の原因となっている化学プロセス上の課題を１つ取り挙げ，検討すべき事項について述べよ。
- （２）前問（１）で取り挙げた課題を解決するための手順を示し，それぞれの段階において留意すべき点，工夫を要する点を述べよ。
- （３）業務を効率的，効果的に進めるための関係者との調整方策について述べよ。

5-4 化学プロセス【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。（赤色の答案用紙に解答問題番号を明記し，答案用紙3枚を用いてまとめよ。）

Ⅲ-1 IoTやAIなどの情報技術の進展を背景に，データに基づいた研究開発や生産性向上活動，いわゆる「ものづくりのスマート化」が提言されている。「スマート化」は一般に，データの収集，データの分析，データ分析に基づく改善，の3段階で遂行される。ここでは化学プロセスのスマート化への技術課題を以下の6課題（A～F）に整理したうえで，各技術課題の解決策を考える。

課題A：製造コストの削減

課題D：新規製造工程の効率的設計・建設

課題B：生産性の向上

課題E：人材不足・育成への対応

課題C：製品への新たな付加価値の提供 課題F：製品と生産のリスク管理

- （1）化学技術者としての立場から，任意の製品，製造工程を1つ挙げ，その概要と現状の問題点を簡単に説明せよ。次にそれを情報技術を活用してスマート化するための技術課題を上記A～Fから3つ抽出して，その課題の解決策を各々3つ（1，2及び3）箇条書きで示せ。
- （2）前問（1）で選んだ技術課題のうち最も重要と考える課題を挙げ，それを最も重要とした理由を述べよ。その技術課題に対する3つの解決策の具体的内容を，化学部門の専門技術・手法を用いて記述せよ。
- （3）前問（2）で示したすべての解決策を実行しても新たに生じうるリスクとそれへの対策について，専門技術を踏まえた考えを示せ。

Ⅲ-2 自社研究所の開発技術を用いた新規製造設備を社内に建設することとなった。技術責任者として本プロジェクトに参画することを想定し，以下の問いに答えよ。なお，研究部門，製造部門，設計建設部門のいずれかの立場を選択して解答せよ。

- （1）化学技術者として研究部門，製造部門，設計建設部門いずれかの立場から，注力すべき技術課題を3つ挙げ，その内容を示せ。
- （2）前問（1）で挙げた技術課題のうち最も重要と考えるものを理由とともに1つ挙げ，その技術課題に対する複数の解決策を，専門技術用語を交えて示せ。
- （3）前問（2）で示した解決策に関連して，新たに生じうるリスクとその対策について専門技術を踏まえた考えを示せ。