

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 図1は溶媒容積 V ，溶媒の流入・流出流量 F の完全混合槽である。トレーサーA成分を入口で混合して，流入濃度 C_{A0} を変化させて出口濃度 C_A の変化をみる。

(1) A成分の非定常物質収支式が次式である。（ t ：時間）

$$V \frac{dC_A}{dt} = F(C_{A0} - C_A) \quad (1)$$

C_{A0} を一定値として， $t=0$ ； $C_A=0$ の初期状態からの C_A の時間変化を示せ。

(2) C_A の目標値 C_{Aset} を定めて，偏差 $(C_{Aset} - C_A)$ をもとに次式；

$$C_{A0} = K(C_{Aset} - C_A) \quad (2)$$

で C_{A0} を変化させて比例制御をおこなう（ K ：比例ゲイン）。比例制御では C_A が目標値に至らずある定常値に至る（オフセット）。この定常値の C_A を式(2)と式(1)から求めよ。

(3) オフセットの防止や効果的な制御のため実用ではどのような制御方法がとられているか述べよ。

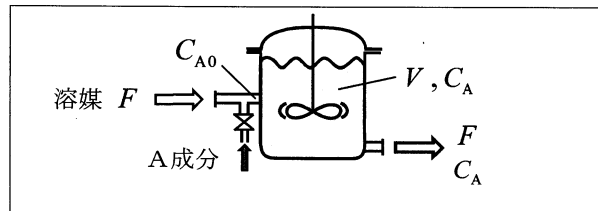


図1 完全混合槽の濃度応答

II-1-2 図1はクロマトグラフィーの吸着カラムを示す。カラムは長さ L 、カラム断面面積 S 、充填層空隙率 ε である。カラム空隙中の溶媒の線速度を u とすると、溶媒のカラム滞留時間 t_R は $t_R = L/u$ である。時間 $t=0$ で溶質 A を入口からインパルス入力し、出口でのピークを測定して、その頂点の時間を溶質 A の溶出時間 t_{RA} とする。溶質のカラム通過速度を u_A とすると、 $t_{RA} = L/u_A$ である。なお、溶質 A の濃度 c_A と吸着濃度 q 間に線形吸着： $q = Kc_A$ を仮定する。

溶媒はカラム空隙のみを通るのでその通過断面面積は $S\varepsilon$ である。一方、溶質 A は濃度 c_A でカラム空隙を通ると同時に吸着材中も通過する。溶質 A は吸着剤中を平衡濃度の $q = Kc_A$ で通過する。よって溶媒の濃度 c_A での全通過断面面積は $(S\varepsilon + S(1-\varepsilon)K)$ 相当となる。

- (1) 溶質、溶媒のカラム通過速度がその通過断面面積に逆比例すると考えると、滞留時間の比 (t_{RA}/t_R) は ε 、 K によりどう表せるか。
- (2) $K=10$ 、 $\varepsilon=0.5$ 、 $t_R=1.0$ min のとき、溶質 A の溶出時間 t_{RA} を求めよ。

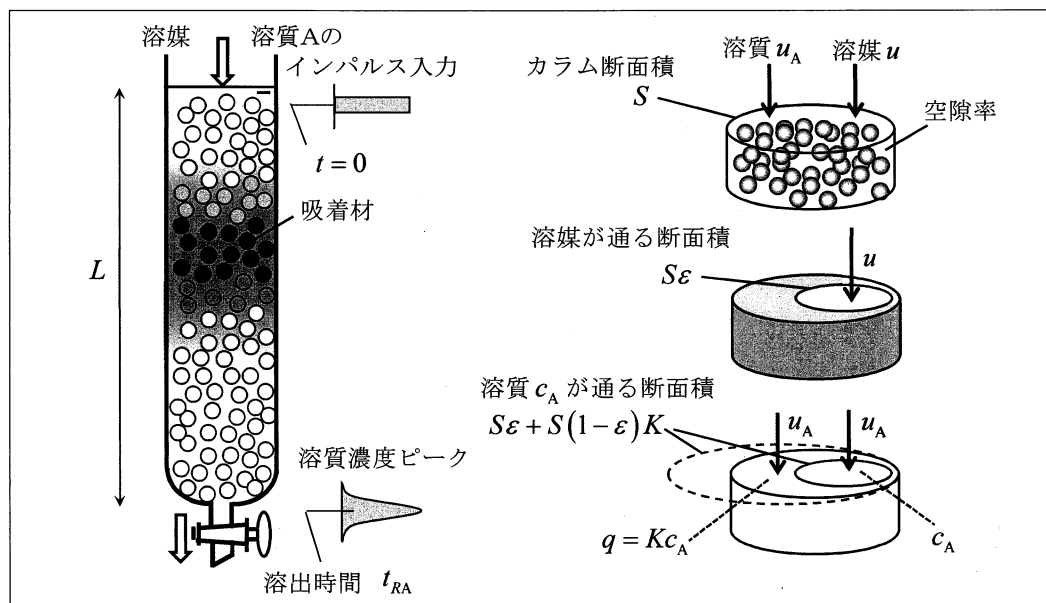


図1 クロマトグラフィー分離の原理

II-1-3 二酸化炭素の数百倍から数万倍の温室効果のあるフロンを代替える動きがある。フロンに代わるノンフロン冷媒を挙げ、その効果とそれを使用する際のリスクについて述べよ。

II-1-4 CCUS (Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage, 二酸化炭素回収・利用・貯留) について説明せよ。CCUS技術の実例を1つ挙げ、その特徴と性能を述べよ。

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。（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 あなたは，触媒を使用したポリマー製造工場の技術スタッフである。最近徐々にポリマー収率が低下してきた。収率を元に戻したい。

- (1) 収率低下主要原因を３つ挙げ，調査，検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- (2) (1) で挙げた３つの項目ごとに留意すべき点，工夫を要する点を述べよ。
- (3) 早く改善するために，関係者と連携，調整する方策について述べよ。

Ⅱ－２－２ 化学プロセスの製造現場を「製造部」，社内でプロセスの技術開発や改良を担当する部署を「開発部」と呼ぶことにする。製造部は製造現場に密着して保守・運転を担い，開発部は基礎的・理論的な手法でプロセスの開発・改良を考えるので，各々の業務と手法は異なる。しかし両部署間での協力が必要な業務が日常的に発生する。例えば製造部が現場の問題の原因解析を開発部に依頼する，逆に開発部がプロセスの改善アイデアを製造部に提案するなどである。

- (1) 技術者としての立場から，製造部と開発部が協力して業務を遂行するために，調査，検討すべき事項を列記してその内容を説明せよ。
- (2) 留意すべき点，工夫を要する点を含めてそれらの業務を進める手順について述べよ。
- (3) 上記の業務を効率的，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 化学プロセスの生産性向上といえば大がかりなプロセスの改造や最新機器・装置の導入を考えがちであるが，現状の作業・オペレーションの再点検からの業務改善活動も重要である。そのような日常の業務改善活動にも最近の“IoT&AI”を活用した高度化が求められている。（ここで“IoT”は工場設備機器のネット接続化，“AI”は大規模データの活用を意味する。）

- (1) ある化学プロセスの業務改善活動を最近の“IoT&AI”の活用でより高度化することを考えたい。これに対して技術者としての立場で多面的な観点から3つの課題を抽出して，それぞれの観点を明記したうえでその課題の内容を示せ。
- (2) 前問（1）で抽出した課題の中で最も重要と考える課題をその理由とともに記し，専門技術用語を用い課題解決のための遂行方策を示し，具体的に説明せよ。
- (3) 前問（2）で示した課題遂行にともない新たに浮かび上がってくる将来的な懸念事項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 化学プロセスはビーカースケールを大きくした単位操作機器を配管で繋ぎ合わせて構成される。しかし，近年，腕力で単位操作を繋ぎ合わせるのではなく，「革新的装置・処理技術・プロセス開発法」により，さらなるエネルギー効率向上，コスト削減，安全性向上を狙った，いわゆるプロセス強化が提言されている。それは単位操作の性能向上から始まり，複数の単位操作の組合せへと発展してきている。

- (1) 革新的化学プロセスを開発するに当たっての課題を3つ挙げ，それぞれの観点を明記し，その内容を示せ。
- (2) 前問（1）で挙げた課題のうち最も重要と考えるものを1つ取り挙げ，専門技術用語を用い課題解決方法を述べよ。
- (3) 問題（2）の課題を解決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。