

# 反応工学 ～第12週～

物質生命化学科  
准教授 佐々木 満

# 「反応工学」について

## 目標

1. 反応装置の種類、構造および特徴を理解する
2. 反応速度式を導出できるようになる
3. 実際の反応系を用いて反応速度を測定できるようになる

## 内容

1. 化学反応と反応装置
2. 反応速度式
3. 反応器設計の基礎式
4. 単一反応の反応速度解析
5. 反応装置の設計と操作
6. 複合反応
7. 非等温反応系の設計
8. 流通反応器の流体混合
9. 気固触媒反応
10. 気固反応
11. 気液反応と気液固触媒反応
12. 生物化学反応

← 本日の内容

## 評価

- |             |     |
|-------------|-----|
| 1. 授業中の小テスト | 20% |
| 2. 中間テスト    | 40% |
| 3. 定期試験     | 40% |

※ 欠席回数が多い方は定期試験受けさせません(『工学便覧』を参照のこと)。

# 「反応工学」スケジュール(提案)

①10月 4日(木) 2限

休講:10月11日(木) 国際会議での発表のため出張(札幌)

②10月18日(木) 2限

③10月25日(木) 2限

休講:11月 8日(木) 国際会議での発表のため出張(バリ)

④11月15日(木) 2限

⑤11月22日(木) 2限

⑥11月29日(木) 2限 → 5限(場所は221教室)

⑦12月 6日(木) 2限

⑧12月13日(木) 2限 + ⑨ 5限(場所:221教室) 中間テスト

⑩12月20日(木) 2限

⑪ 1月17日(木) 2限 → 5限(場所は222教室)

**⑫ 1月24日(木) 2限**

**⑬ 1月31日(木) 2限 → 1月24日(木) 5限(場所:221教室)**

⑭ 2月 7日(木) 2限 場所:221教室 → **212教室**

☆お願い・・・補講1～2回の日程調整をさせていただきます。

定期試験

⑮ 2月14日(木) 2限

先週から最終回までの学習

## 第3章 反応器設計の基礎式

反応器の物質収支(等温反応)



設計方程式の導出

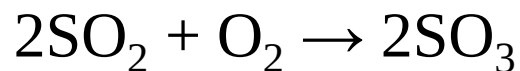


反応速度の解析



反応器の設計

# 先週のQUIZ 4

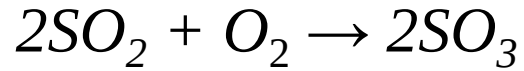


で表される反応がある。この反応は、反応器入口に $\text{SO}_2$ と空気を連続的に供給して $\text{SO}_3$ を生産する反応である。

**問1** 流通反応器入口に $\text{SO}_2$ を100 mol/hで供給し、さらに酸素が量論比の2倍になるように空気を供給する。反応率を70 %にとったとき、反応器出口での各成分の物質流量 [mol/h]を求めなさい。ただし、空気は酸素21 %と窒素79 %からなるとする。

| 成分            | 反応器入口<br>[mol/h] | 変化量<br>[mol/h] | 反応器出口<br>[mol/h] |
|---------------|------------------|----------------|------------------|
| $\text{SO}_2$ | 100              |                |                  |
| $\text{O}_2$  | 100              |                |                  |
| $\text{SO}_3$ | 0                |                |                  |
| $\text{N}_2$  |                  |                |                  |
| 合計            |                  |                |                  |

# 先週のQUIZ 4



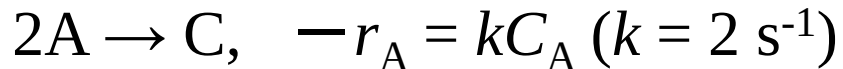
で表される反応がある。この反応は、反応器入口に $\text{SO}_2$ と空気を連続的に供給して $\text{SO}_3$ を生産する反応である。

**問2**  $\text{SO}_3$ を月産10トンの割合で生産したい。1日に24時間操業し、1ヶ月は30日とする。また、原料の供給と反応率は問1と同様に設定する。このとき、 $\text{SO}_2$ と空気の供給速度 [kg/h]を求めなさい。

### 3・1・6 相変化をともなう反応系の量論関係

気相反応の中には、反応生成物の一部が凝縮して液状になったり、固体が析出する場合がある。これらの反応は相変化をともなう系であり、気相における濃度を計算するときに注意が必要である。

## 例題 3・4 (テキスト pp. 47-48)

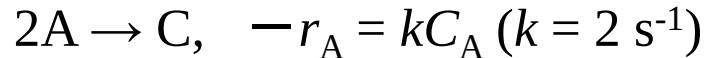


で表される気相反応を管型反応器で行う。ただし、成分Cは凝縮する可能性のある物質である。反応は気相のみで起こり、成分Aについての1次反応である。生成する液状のCの体積は無視できるものとする。以下の順序で、反応速度式を反応率 $x_A$ の関数として表せ。ただし、反応原料はAのみからなり、その反応器入口での濃度 $C_{A0}$ は $10 \text{ mol/m}^3$ 、供給速度 $F_{A0}$ は $0.2 \text{ mol/s}$ である。反応器の圧力は $101.3 \text{ kPa}$ に保たれ、Cの飽和蒸気圧は $20.26 \text{ kPa}$ である。

- (1) Cが凝縮を開始する以前の、各成分および全成分の物質流量、ならびにAの濃度 $C_A$ をAの反応率 $x_A$ を用いて表せ。
- (2) Cが凝縮を開始する時のCのモル分率 $y_C^*$ はいくらか。そのときのAの反応率 $x_A^*$ を求めよ。



## 例題 3・4 (テキスト pp. 47-48)

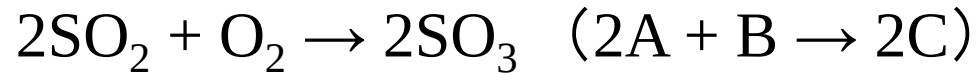


で表される気相反応を管型反応器で行う。ただし、成分Cは凝縮する可能性のある物質である。反応は気相のみで起こり、成分Aについての1次反応である。生成する液状のCの体積は無視できるものとする。以下の順序で、反応速度式を反応率 $x_A$ の関数として表せ。ただし、反応原料はAのみからなり、その反応器入口での濃度 $C_{A0}$ は $10 \text{ mol/m}^3$ 、供給速度 $F_{A0}$ は $0.2 \text{ mol/s}$ である。反応器の圧力は $101.3 \text{ kPa}$ に保たれ、Cの飽和蒸気圧は $20.26 \text{ kPa}$ である。

(3) Cが凝縮する以降の、各成分および全成分の物質流量、  
ならびに Aの濃度 $C_A$ をAの反応率 $x_A$ を用いて表せ。

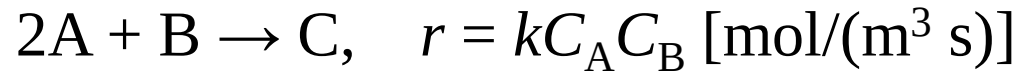
(4) 反応速度式を導け。

# QUIZ 1



で表される気相触媒反応を等温・等圧の管型反応器で行う。原料ガスは $\text{SO}_2$ が25%、空気が75%からなり、圧力は2,000 kPa、温度は523.2 Kである。各成分の濃度を限定反応成分の反応率 $x_A$ を用いて表しなさい。ただし、空気は酸素が21%、窒素が79%からなる。

# QUIZ 2



で表される気相反応を定圧系の反応器で行う。反応速度式  $r$  をAの反応率の関数として書き表せ。ただし、反応開始時にBは量論比の50%過剰に含まれ、不活性ガスIがAと等量含まれている。Aの初濃度は  $2 \times 10^3 \text{ mol/m}^3$  である。