

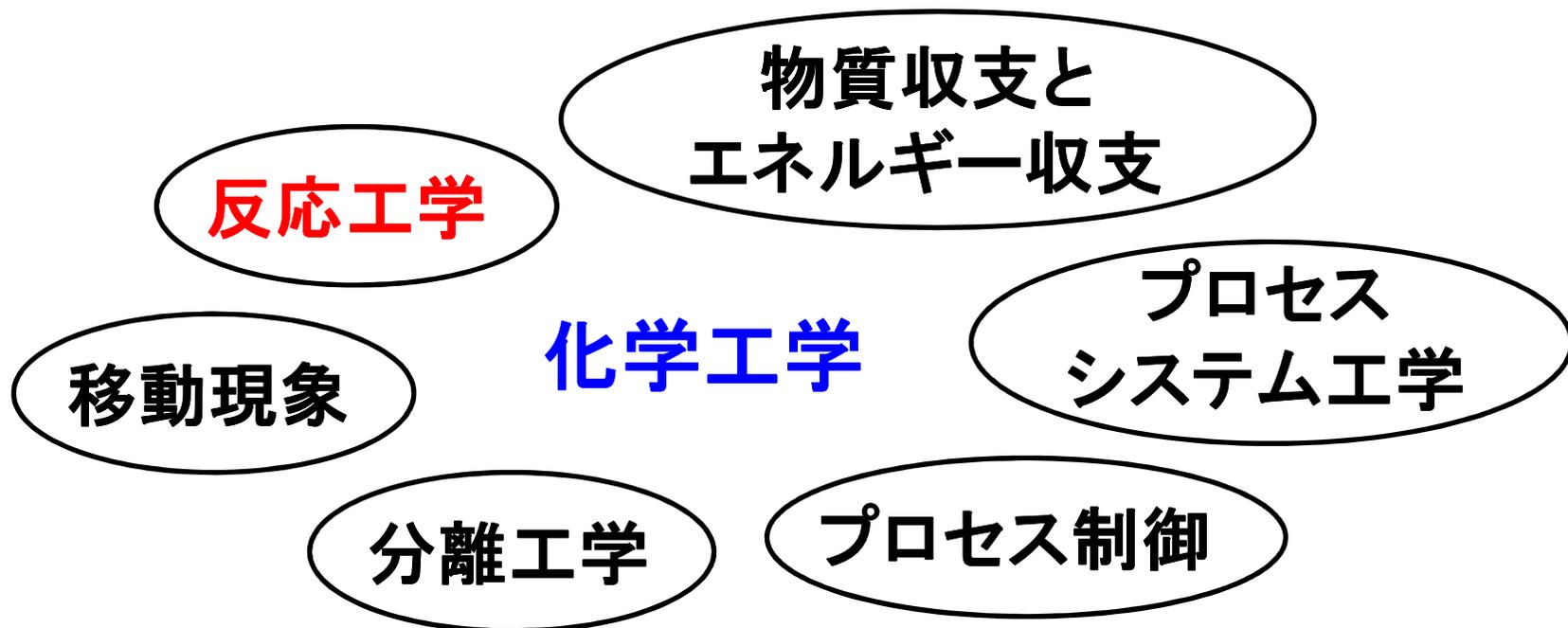
# 反応工学 ～第1週～

物質生命化学科  
准教授 佐々木 満

# 反応工学とは？

反応速度を測定し、さらに流体・熱・物質の移動現象の知識を加え、反応装置を合理的に設計し操作するための工学である。

(出典: 橋本健治著『ベーシック化学工学』(化学同人), p. 6)



# 反応工学とは？

化学反応や生物化学反応の速度過程を、物質移動、熱移動などの物理現象を考慮して解析し、その結果に基づいて反応装置を合理的に設計し、安全に操作するために必要な知識を体系化した工学である。 (出典:『改訂版 反応工学』(橋本健治著, 培風館)

- ◎ものづくりに不可欠な化学反応プロセスに関する概要を学ぶことができる。
- ◎化学反応の現象解明・条件最適化におけるノウハウを習得することができる。(基礎研究から製品化までの流れを踏まえた研究の進め方も理解できるオマケつき！)
- ◎生物化学反応を利用する事例も一部取り扱うことで、食品や医薬品素材の生産プロセスに関する事項も学ぶことができる。

# 本講義の位置づけ

赤字:佐々木 担当

分野 年次	化学・生物化学反応 反応器設計	分離・濃縮・精製
2年次	反応工学	
3年次	生物化学工学 化学工学実験 (反応器, 反応器の設計)	分離工学 化学工学実験 (吸着, 蒸留)
4年次	化学工学研究室 配属の学生は伝熱工学、移動現象論、高圧化学、食品工学などの基礎を学びます。	
大学院	反応工学特論	分離工学特論

# 「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

「反応工学」で取扱う内容(予定)

「化学工学実験」で取扱う内容

「反応工学特論」で取扱う内容(予定)

「生物化学工学」で取扱う内容

## 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(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 → ○限?

⑦12月 6日(木) 2限

⑧12月13日(木) 2限

⑨12月20日(木) 2限

⑩ 1月17日(木) 2限

⑪ 1月24日(木) 2限

⑫ 1月31日(木) 2限

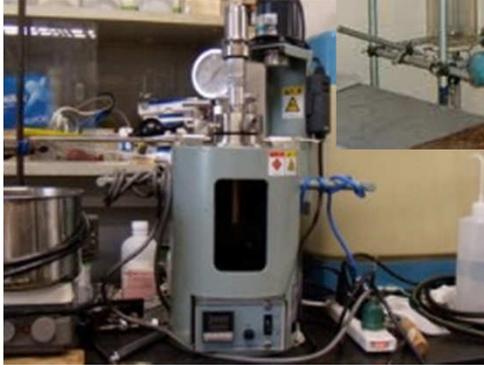
⑬ 2月 7日(木) 2限

☆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

2月14日(木) 2限

ラボ・スケール



ものづくり社会において、企画書を製品生産  
**スケール・アップ**するための基礎(必須)学問

ベンチ・スケール



実用化  
(実機化)



パイロット・スケール  
実機・スケール



# 化学プロセスの開発と化学者・化学技術者の役割

基礎研究  
応用研究

プロセス  
開発研究

プロセス  
設計

プラント  
設計

プラント  
建設

主に**化学者 (Chemist)**  
が実施する領域

**化学技術者 (Chemical Engineer, Process Engineer)**が実施する領域

<基礎研究>

- ・ラボ・スケールの小型試験装置での試験
- ・既存技術、最新特許情報を調査する
- ・反応系決定および実験を行う

↓

<応用研究>

- ・製品の新規性、品質、コスト、生産性、市場性などを考慮した基本設計を行う

試験的な連続式の小型試験装置(ベンチプラント)を組立て、運転し、

- 実際のプラントの設計に必要なデータを採取する
- 工業化にあたっての問題点を抽出する
- その原因を究明して対策をたてる

並行して、

- プロセス全体の構想を固める
- ・プロセスフローシートを作成する
- ・各装置の操作条件と性能を推測し、原料から製品に至る物質収支を計算する

プロセス開発研究の結果に基づいて、最終的なプロセスを決定する。

具体的に行うこと

- 原料の選定
- フローシートの決定
- 装置の選定と設計
- 物質・熱収支計算
- 計装と制御方式の決定
- 製品コストの計算など

・個々の装置の詳細な機械的設計を行う

↓

・メーカーに発注し、プラント建設が開始。以後、数年間、綿密な工程スケジュールに従い建設される。

↓

プラント完成後、試運転を繰り返し、科学技術者、機械、電気、土木など多くの技術者がチームとなり仕事を行う。**化学技術者がリーダーになることが多い。**

# 基礎研究

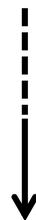
ラボ・スケール反応器での  
基礎反応工学データの取得

- ・反応の経時変化データ(時間依存性)
- ・反応の温度, 濃度, 流量, 圧力等 依存性を調査

- ・反応速度解析
- ・反応のモデル化 **【基本設計】**
- ・反応器の選定
- ・反応条件の最適化

経済的試算を含めたスケール・アップ検討

## 基礎研究(つづき)



プロセス全体の仕様設計(プロセス・フローシート作成)

- ・原料調達
- ・前処理工程(原料調達・調整)
- ・冷却工程(例. 高温反応の場合)
- ・分離・精製工程

:



## 応用研究

(製品の新規性、コスト、生産性、市場性など併せた検討)

(質問1) ビニル化合物( $\text{H}_2\text{C}=\text{CHX}$ )のラジカル重合反応の速度式をどのように導きますか？

反応機構を表せるか？  
反応速度の導出方法は？

(質問2) 酵素反応の反応速度をどのように導きますか？

どのようなタイプの酵素反応か？

素反応はどのようにあらわされるか？

反応速度の導出方法は？

(質問3) 固体触媒反応における反応速度をどのように導きますか？

どのようなタイプの反応機構か？

律速段階は表面反応、吸着、脱着のいずれか？

反応速度の導出方法は？

... などの問題を解決するための基本的な方法論を習得することができます！

## 次回(11月18日)までの宿題

次の項目(テキスト参照のこと)を  
ノートに予習しておくこと。

1・2 化学反応の分類

1・3 反応装置の分類

☆ 予習した人はそれ相応に評価いたします。

# 今日のクイズ

(講義終了時に提出してください)

**QUIZ-2** 次の表中の空欄にあてはまる語句・記号を答えなさい。

SI単位系 誘導単位		
量	記号	名称
力		
圧力		
エネルギー		
仕事率		
電気量		
電圧		
抵抗		
周波数		

# 今日のクイズ

(講義終了時に提出してください)

**QUIZ-1** 次の表中の空欄にあてはまる語句・記号を答えなさい。

SI単位系 基本単位, 補助単位		
量	記号	名称
長さ		
質量		
時間		
電流		
温度		
物質量		
光度		
平面角		

# 今日のクイズ

(講義終了時に提出してください)

**QUIZ-2** 次の表中の空欄にあてはまる語句・記号を答えなさい。

SI単位系 誘導単位		
量	記号	名称
力		
圧力		
エネルギー		
仕事率		
電気量		
電圧		
抵抗		
周波数		

