

生物化学工学 ～第3週～

(10/22(火)から繰り上げ)

准教授 佐々木 満

今日やること

(1) Groupをつくりましょう！(つづき)

条件

◎同性同士ではだめです。

◎1グループ 5～6名で構成してください。

◎普段親しくしていない方と組んでみては？

※ 今日結成したGroupはレポート課題あり

(2) 先週のGroup Work解説、第1週クイズ解説

(3) テキスト 第1章(演習問題＋伝熱の演習問題)

先週のGroup Workについて

※各Groupで1枚レポートを作成し提出

「スケール・アップ技術」と「ナンバーリング・アップ技術」それぞれの利点、欠点を調べ、レポートしてください。

ただし、教科書以外を参考にした場合には、その出典も明記すること！

第1週のQUIZ①について

次の質問に答えよ。

- (1) 「図1-2. 製造プロセスの概略」の各工程で考えるべき事項を書きだしなさい。
- (2) Fickの拡散方程式, Fourierの伝熱方程式についてまとめよ。
- (3) 酵素反応速度モデルを3つ挙げ、それらを簡潔にまとめよ。

バイオリアクターについて

主なバイオリアクター

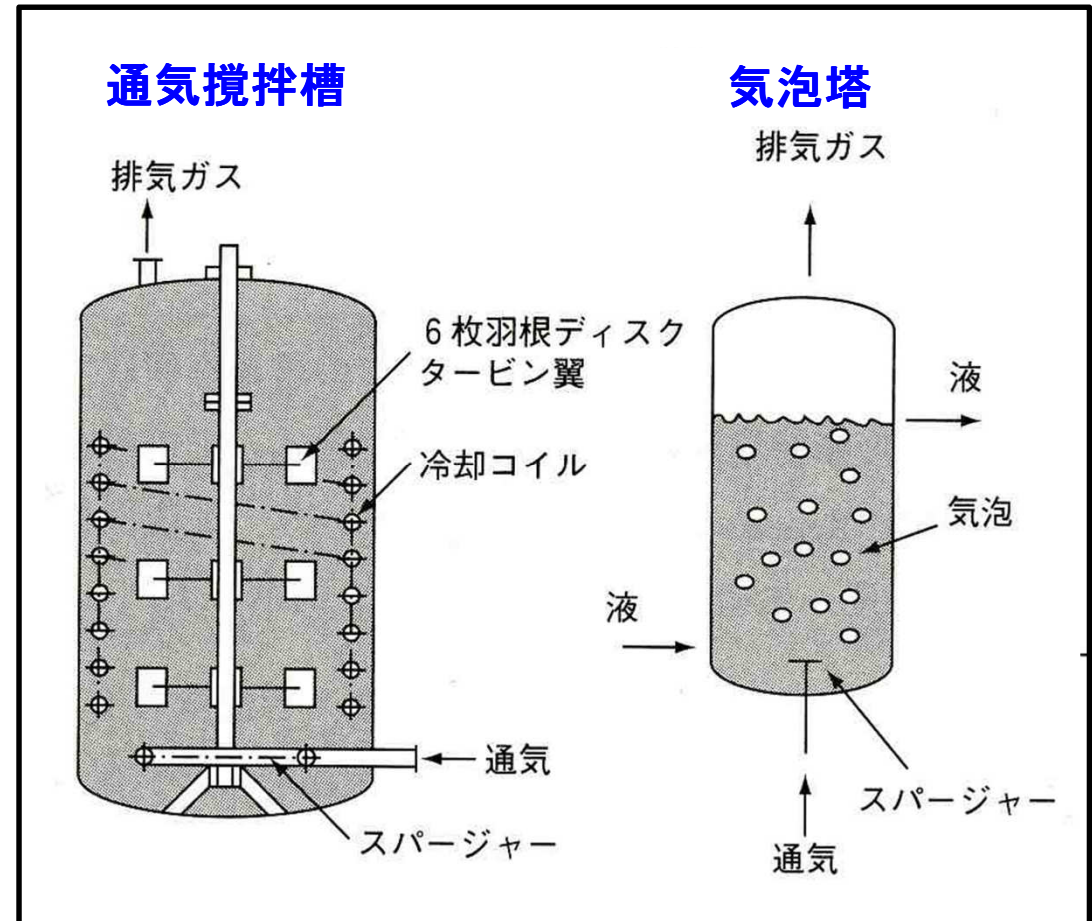
◎通気攪拌槽 (Aerated agitated vessel)

好気性微生物用として最も広く用いられる形式。

平羽根タービン、下羽根タービン. 2～3段設置。

◎気泡塔 (Bubble column)

機械的攪拌を伴わず, 円筒状の槽内へ下部から空気を供給する形式。



形 式	利 点
通気攪拌槽	・自動制御が容易 ・スケールアップ技術が確立されている ・連続培養に適している など
気泡塔	・構造が簡単で操作・保守も容易 ・軸封部が不要 ・消費動力が少ない ・気液の分散がよく, 気液接触面積が大きい ・攪拌によるせん断力がないため放射菌や糸状菌の培養に適している ・固定化微生物の培養に適している など

酸素移動速度

酸素は水にきわめて溶けにくく、常温では溶存酸素濃度が10 ppm以下である。そのため、好気性微生物反応では効率よく酸素を供給できる反応器の設計が重要となる。

酸素移動における抵抗

- ①ガス側境膜抵抗
- ②液側境膜抵抗
- ③培養液内の抵抗
- ④細胞外境膜抵抗
- ⑤細胞内抵抗

細胞の集塊が形成されていない限り、気泡と液間の抵抗が大きく、特に②が大きい。

酸素移動容量係数 $k_L a$ または K_d

培養液単位容積あたりの酸素移動速度

$$\text{OTR} = k_L a (c^* - c) = K_d (P^* - P) \cong K_d P^*$$

$k_L a$ 中の k_L および a ・バイオリアクターの酸素供給能力を示す重要パラメーター
・装置の特性や操作条件に依存する量であり一般的な相関式は得にくい. 気泡群の k_L については次の相関式が提案されている.

- ① カルダーバンクらの式 **通気攪拌槽**より決定. 気泡径 d_G は 0.6 mm未満に適用可
- ② 秋田らの式 **気泡塔**より決定. 気泡径 d_G は 2.5 mmより大きい時に適用可
- ③ 気泡径 d_G が $0.6 \text{ mm} < d_G < 2.5 \text{ mm}$ の範囲では, k_L は d_G に比例する.

$k_L a$ に影響するパラメータとは？

- ・リアクターの操作条件
- ・培養液中のイオン強度
- ・界面活性物質
- ・微生物菌体
- ・懸濁液微粒子など

工業的規模のバイオリアクターのOTRは？

($c^* - c$)値として、槽全体の平均値を採用

$$(c^* - c) = \frac{(c_{in}^* - c_{in}) - (c_{out}^* - c_{out})}{\ln \frac{(c_{in}^* - c_{in})}{(c_{out}^* - c_{out})}}$$

今週のGroup Work(20分間)

※各Groupで1枚レポートを作成し提出

(1) 室外の温度が 0°C で、室内の温度を 25°C に保っているとき、木造住宅のガラス窓(面積 1 m^2 、厚さ 5 mm 、ガラスの熱伝導率 $3\text{ W m}^{-1}\text{ K}^{-1}$)を通しての伝熱量(伝熱速度ともいう)はいくらか。

ただし、その他の場所への熱の移動は無視する。

(2) (1)で防寒のために窓の外側に断熱シート(厚さ 2 mm 、シートの熱伝導率 $0.1\text{ W m}^{-1}\text{ K}^{-1}$)を被覆した。部屋の温度は 25°C 、室外の温度が 0°C とすると、伝熱量はいくらになるか。

「生物化学工学」スケジュール(案)

①10月 1日(火) 3限

休講: 10月8日(火) 国際会議(マレーシア)のため出張

②10月15日(火) 3限

③~~10月22日(火)~~ 3限

→ 10月21日(月) 4限 (欠席予定者は別途フォロー)

(理由)10月22日~26日 国際会議(インド)のため出張

④10月29日(火) 3限

休講: 10月28日夜~11月2日 国際共同研究会議のため
米国出張

→ 11月19日(火) 5限(?)

⑤11月12日(火) 3限

⑥11月19日(火) 3限

⑦11月26日(火) 3限

⑧12月 3日(火) 3限

⑨12月10日(火) 3限

⑩12月17日(火) 3限

⑪12月24日(火) 3限

⑫ 1月15日(火) 3限

⑬ 1月22日(火) 3限

⑭ 1月29日(火) 3限

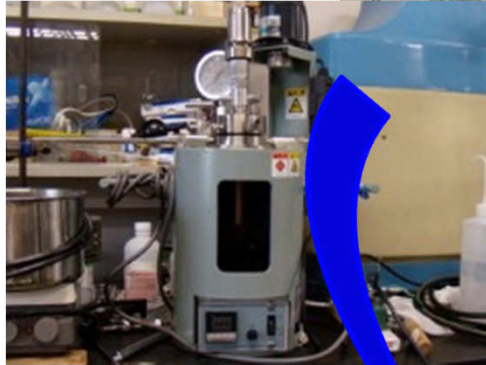
定期試験

⑮ 2月 5日(火) 3限

ラボ・スケール



研究着手



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・生物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。**