

## 初心者のための化学工学入門 5.

### 分離工学 I 蒸留

講師： 竹内 亮

#### <講義概要>

蒸留は液中の各成分の蒸気圧の差を利用して成分を分離する技術です。この講座では最も単純な二成分系の蒸留を理解することを目的としています。蒸留計算は厳密に行えば、極めて多くの変数を試行錯誤で行うことになる為、コンピュータの力を借りて計算しているのが実態ですが、この講座では蒸留操作の本質を理解するために単純化されたモデルを扱うことと致します。

この蒸留操作の計算のためには気液平衡のデータが不可欠ですが、これを蒸留計算で使いやすい X-Y 線図の形にするところまでを第 1 章「気液平衡」で解説し、第 2 章で「単蒸留」「フラッシュ蒸留」「蒸留塔」の解説を行います。「蒸留塔」では、マッケープ・シール法による段数計算、還流比と理論段数の関係を解説し、最終的には蒸留塔の内部の状態についてのイメージまで持てる様に致します。

#### <講義の主な内容>

##### 1. 気液平衡

- ・理想溶液の気液平衡と現実、即ち非理想溶液について
- ・X-Y 線図の意味と書き方
- ・活量係数を用いた非理想溶液の気液平衡データの補正
- ・ファンラル式による活量係数の計算
- ・アントワン式を用いた温度条件の取り込み

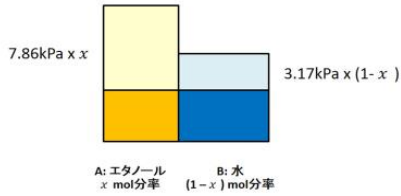
##### 2. 蒸留

- ・実験室で行う蒸留、単蒸留の計算
- ・棚蒸留を連続化したフラッシュ蒸留の計算
- ・蒸留塔（フラッシュ蒸留を積み重ねた構造）
  - マッケープ・シール法による段数の算出
  - 還流比と理論段数の意味と段数の推算
  - 段効率・塔効率の考え方
  - 充填塔への応用
  - 蒸留塔の内部の状態と運転に与える影響

マッケープ・シール法は世の中にコンピュータが現れる以前に考案された段数計算の手法であり、多くの仮定に基づいた理論ですが、塔内の状態をイメージするには分かり易い手法です。化学工学初心者の方には是非、この方法を学んで頂きたいと思います。

## もし、理想溶液ならば

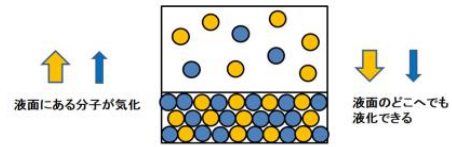
$$P = P_A x_A + P_B x_B \quad (\text{ラウールの法則})$$



Copyright©2015 SCEI

7

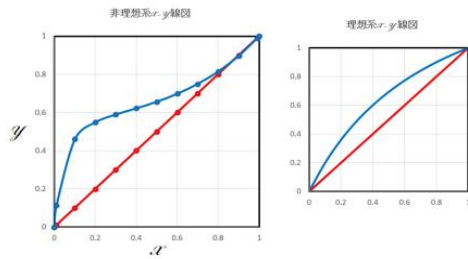
## 混合液とその気相のイメージ



Copyright©2015 SCEI

8

## $x$ - $y$ 線図(非理想溶液)

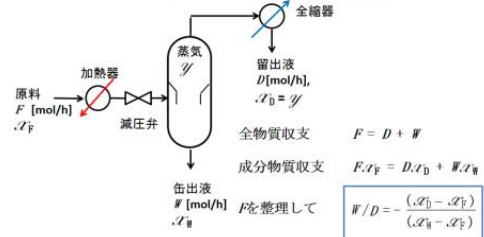


水-エタノール系を活量係数で補正した場合の $x$ - $y$ 線図

Copyright©2015 SCEI

30

## フラッシュ蒸留(連続)



理想溶液の場合、相対揮発度  $\alpha = (y_A/x_A) / (y_B/x_B)$  より

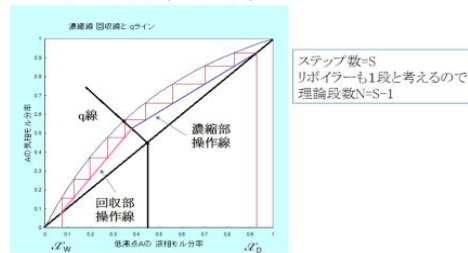
$$y_k = \alpha x_k / \{1 + (\alpha - 1)x_k\} \Rightarrow x_k^*$$

Copyright©2015 SCEI

37

## $x$ - $y$ 線図上で理論段数を求める

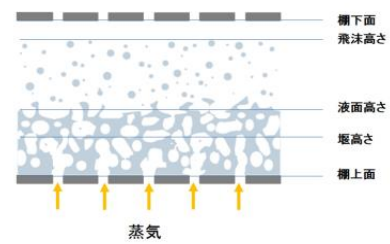
マッケープ・シール法 (McCabe-Thiele)



Copyright©2015 SCEI

49

## 棚段間のイメージ



Copyright©2015 SCEI

68