

選択問題 (先端膜工学分野)

指導教員群記号: B

次の問題文を読み, 以下の (1) ~ (3) の問いに答えよ。図や式を用いても良いが字数には加えない。

ガス分離膜ではガス分子が膜に溶解し拡散する溶解拡散機構やガス分子の大きさの違いによる分子ふるい機構により, ある特定のガス分子のみを選択的に透過させることが可能である。一方, 膜の欠陥である選択性の低いピンホール部分は膜全体の性能を低下させるため, 高性能な膜を作製する上でその影響を如何に小さくするかが課題になる。

- (1) 溶解拡散機構と分子ふるい機構のそれぞれについて, 選択性を向上させるために効果的な膜設計の指針について述べよ。(それぞれ日本語 150 字程度)
- (2) 高透過成分 A と低透過成分 B の選択透過性 (透過率比) に及ぼすピンホールの影響を考える。なお, 膜全体の性能は分離能を有する膜の部分 (面積 a_1 [m^2]) とピンホール部分 (面積 a_2 [m^2]) の並列モデルによって表されるものとする。膜全体での成分 i の透過率を P_i [$\text{mol}/(\text{m}^2 \text{ s Pa})$] ($i = \text{A}, \text{B}$), 全膜面積に対するピンホールの占める面積割合を r [-] ($r = a_2/(a_1 + a_2)$, $0 \leq r \leq 1$), 分離能を有する膜の部分における成分 i の透過率を P_{i1} , ピンホール部分における成分 i の透過率を P_{i2} とするとき, 並列モデルの考え方を説明し, r, P_{i1}, P_{i2} を用いて P_i を式で表せ。(日本語 150 字程度)
- (3) 分離能を有する膜の部分における成分 A の成分 B に対する透過率比が 100 倍 ($P_{A1}/P_{B1} = 100$), ピンホールにおいては選択性が無く ($P_{A2}/P_{B2} = 1$), 成分 A のピンホール部分と膜部分の透過率比が 10 倍 ($P_{A2}/P_{A1} = 10$) であるとき, ピンホール部分の面積割合 r によって膜全体の選択性 P_A/P_B がどのように影響を受けるか, 具体的に $r = 0.01$ の場合の数値を挙げて説明せよ。(日本語 200 字程度)