

ディビジョン番号	13
ディビジョン名	高分子

大項目	3. 高分子の機能
中項目	3-3. 分離・認識
小項目	3-3-2. イオン交換

<p>概要（200字以内）</p> <p>イオン交換機能を持つ高分子（樹脂・膜）は水処理、廃液処理、化学品・薬品の製造・精製、食品製造などに広く利用されており、その用途は着実に拡大している。近年注目を集めている燃料電池の開発では、材料合成だけでなくイオン輸送現象や劣化機構の解明に基づいた膜の研究が求められている。今後は基礎と応用の両面から分子レベルでのイオン交換・イオン輸送機構の解明や界面における分子吸着機構の解明が重要な課題となる。</p>	<p style="text-align: center;"><b>イオン交換膜</b></p> <p>The diagram illustrates the structure and functions of an ion exchange membrane. It shows a vertical stack of alternating positive (+) and negative (-) charges. A blue arrow indicates the transport of positive ions from left to right, while a red arrow shows negative ions moving from right to left. A green box on the left lists: ●イオン輸送機構 (Ion transport mechanism), ●イオン交換機構 (Ion exchange mechanism), ●劣化機構 (Degradation mechanism), and ●ナノテクノロジー (Nanotechnology). Below this box, it notes '高選択透過性' (High selectivity permeability) and '高耐久性' (High durability). On the right, a yellow oval labeled '分子吸着機構' (Molecular adsorption mechanism) is shown with a downward arrow pointing to '耐ファウリング性' (Anti-fouling property) and '分子認識能' (Molecular recognition ability).</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**現状と最前線**

イオン交換機能を持つ高分子（樹脂・膜）は分離・精製プロセスに欠くことのできない材料であり、水処理、廃液処理、化学品・薬品の製造・精製、食品製造などに広く利用されている<sup>1)</sup>。また、その用途は着実に拡大している。ごく最近では、資源価格の上昇を背景に原子力発電関連の水処理、貴金属回収などの応用も再び注目を集めている。近年最も注目される応用分野はエネルギー分野であり、イオン交換膜が燃料電池の電解質膜や2次電池の隔膜と注目を集めている。燃料電池の開発では、フッ素系のイオン交換膜に替わるプロトン伝導性と耐久性を併せ持つ低コストな膜の開発が求められており、膜材料として多くの高分子が検討されている。しかしながら燃料電池の実用化には多くの課題が残されているため、材料合成だけでなくイオン輸送現象や劣化機構の解明に基づいた膜の研究が求められている。

基礎研究に目を転じると、近年生化学の分野では電気生理学とX線構造解析に基づく研究によりイオンチャンネルのイオン選択機構が徐々に明らかになってきている。このような知見はナノテクノロジーの進展と併せて今後のイオン交換材料の研究・開発に重要な示唆を与えるものとして期待される。イオン交換材料においても中性子やX線を利用したイオン交換基近傍の溶媒和構造の解明に関する研究が進められており、今後、分子レベルでのイオン交換・イオン輸送機構の解明が進むことが期待される。

従来のイオン交換材料は無機イオンを対象とすることが多かったが、バイオ・製薬分野においては薬物イオンやタンパク質を対象とするケースが増えている。このようなイオン性有機・

高分子の輸送現象や材料界面における相互作用に関する研究も今後の重要な課題である。

#### 引用文献

1) 日本海水学会編, イオン交換膜の機能と応用—環境・エネルギー・バイオ—, アイピーシー, 2004

#### 将来予測と方向性

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題  
新規イオン交換材料の実用化 (ナノマテリアル、有機・無機ハイブリッドマテリアルなど)  
イオン交換材料膜劣化機構の解明  
イオン交換膜における薬物分子・タンパク質輸送機構の解明
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題  
分子レベルでのイオン交換・イオン輸送機構の解明  
イオン交換材料界面における分子吸着機構の解明  
1価-1価イオン選択性の実現  
ナノテクノロジーに基づくイオンチャンネルの実現 (イオン交換膜のナノ構造制御)

#### キーワード

イオン交換膜, イオン交換樹脂, 分離, エネルギー変換, ナノテクノロジー

(執筆者: 松本英俊)