

ディビジョン番号	14
ディビジョン名	ナノテク・材料化学

大項目	1. ナノ物質
中項目	1-1. 有機材料
小項目	1-1-15. 生体材料

概要（200字以内）

生体適合性材料として知られるポリマー化合物としては、生物由来のセルロース誘導体の他セグメント化ポリウレタンなどが知られており、現状ではカテーテルや透析膜など一時的な利用に限られている。近年、細胞膜を構成する脂質分子の極性基を側鎖に導入したポリマー類が高い生体適合性を発現し、生体内で長期にわたる使用が可能な材料が見出されている。将来的には、高度な生体適合性を発現するポリマー類を用い、生体内での長期使用が可能な人工臓器や医療用デバイスなどの開発が進み、さらにはバイオミメティックな合成ポリマーの創製・応用研究が発展することが期待される。

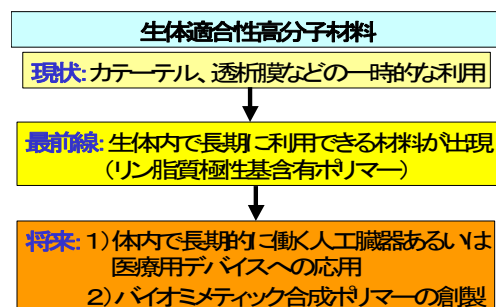


図1 (Table of contents)

現状と最前線

一般的な合成ポリマーは生体内では異物として認識され、生体の防御機構としてポリマー表面にタンパク質や血小板の吸着が起こるなど生体内に埋め込む材料として使用することは不可能である。そこで、いわゆる生体適合性を発現させるために様々な工夫がなされてきており、例えば生物由来のセルロース誘導体やシリコンポリマー、血液凝固を抑えるタンパクであるヘパリンを含有させるなどにより生体に優しい材料の開発研究が活発に行われてきた。その中で、セグメント化ポリウレタンに代表されるミクロ相分離構造をとるポリマー化合物の表面が生体適合性を発現することも見出されている。そして、これらの材料を用いたカテーテルや透析膜など、合成ポリマーを機軸としたデバイスが医療現場で数多く活躍している。

しかしながら、このような医療デバイスは現状では体外での一時的な使用に限られており、さらに長期的な利用が可能なデバイスを目指すならばより高度な生体適合性の発現が望まれている。そのような状況の中で、細胞膜が理想的な生体適合性を示すことに着眼し、細胞膜を構成するリン脂質分子の極性基（ホスホリルコリン基；PC基）をポリマー側鎖に化学結合した高分子化合物が合成された。ポリマーの化学構造を図2に示す。図2中のMPCポリマーで様々な基材表面をコーティングすると、その表面を血液と接触させてもタンパク質や血小板の吸着が大幅に低減され極めて優れた生体適合性を発現することが明らかにされている。現在、MPCポリマーを基盤として、細胞類似の構造を有する表面（人工細胞膜表面）を構築することによ

り、界面近傍の水の構造を制御する設計概念を利用した先端医療デバイスの創出が行われている。人工細胞膜表面は自由水含率が高いためにタンパク質などのバイオ分子の吸着、構造変化を効果的に抑制することが判

っている。  
 実際に、MPC ポリマーを表面コーティングすることにより、コンタクトレンズや血管カテーテルの他、血液ポンプや人口肺、人工関節、人工心臓などが試作されており、生体と接触する界面において効果的に働くことが実証されている。また、最近では中空系やマイクロチップなどを作製する試みもなされており、バイオ分子の分析技術あるいは医療診断技術への応用展開も活発に進められている。

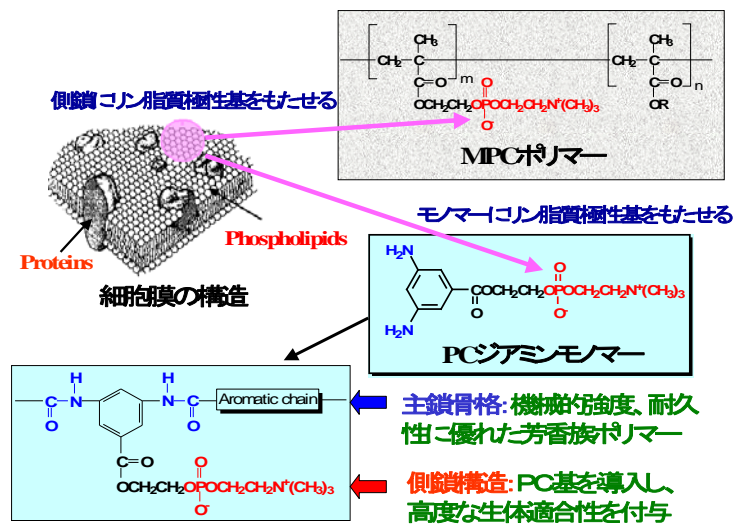


図2 ホスホリルコリン (PC) 基含有ポリマー

一方、MPC ポリマーはメタクリレート主鎖からなる高分子で力学的強度や耐熱性に劣るという欠点がありそれ自身を材料化するのは困難である。そこで、図2に示す PC ジアミンモノマーが新たに開発され、重縮合・重付加反応を経てポリアミドやポリウレタン-ウレアからなる主鎖骨格に PC 基を導入した芳香族系ポリマーの合成研究が最近精力的に行われている。これらのポリマーは芳香族ポリアミドやポリウレタンの強靱な力学的性質を維持したまま PC 基由来の高い生体適合性を付与した高分子材料であり、フィルムや繊維、あるいは中空系などへの成型加工が容易で耐久性に優れていることから今後の応用展開が期待できる材料である。

以上述べたように、PC 基の特異的な性質を付与した合成高分子の合成研究が活発に行われており、医療現場において近い将来実用化されていくことが期待されている。

将来予測と方向性
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 生体適合性ポリマーを用いたマイクロチップ技術による新しい診断技術</li> <li>2) タンパク吸着を抑制したポリマー膜によるバイオ分子の分離技術</li> </ol> </li> <li>・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題                             <ul style="list-style-type: none"> <li>人工血管、人工骨など体内埋め込み型人口臓器への合成ポリマーの利用</li> </ul> </li> </ul>
キーワード
生体適合性材料・抗血栓性・ホスホリルコリン・リン脂質極性基・マイクロチップ診断技術

(執筆者：長瀬裕)