

ディビジョン番号	13
ディビジョン名	高分子

大項目	4. 生体・環境関連高分子
中項目	4-7. 生体適合性
小項目	4-7-3. 人工臓器用材料

概要（200字以内）

生体臓器の補助あるいは代替する人工臓器には様々な高分子材料が使用されている。それらの多くは工業用に開発されたものであるため、抗血栓性や組織適合性の改善が必要である。また、人工臓器の機能は生体組織のそれに比べごく限られたものであることも認識しなければならない。生体の構造や機能に着目した新たなシステム設計や細胞を複合化することによる高機能化が検討されており、これには新しい生体適合性材料が不可欠である。

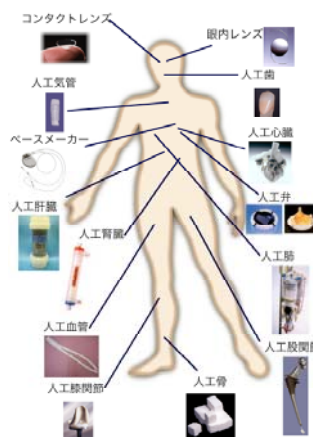


図 主な人工臓器

現状と最前線

生体の臓器が自己治癒できない重大な疾患に冒された時に適用される様々な人工臓器は患者のQOLの改善や生命維持に役立っている。人工臓器は金属、セラミック、高分子などその目的に応じ使用される材料も異なるが、その中でも高分子材料は多くの人工臓器に使用されている。今日臨床応用されている人工臓器は、既存の工業材料を加工性と安全性を考慮しながら医療用として選定された材料からつくられている。その結果、生体との不適合や適用期間が短いことなど必ずしも満足できる性能を有しているとは言えない。また、人工臓器の機能は、生体臓器に比べ極めて単純なものであり、人工臓器を伴った治療の高度化と長期化が進むにつれ、生体適合性に優れた材料の重要性はさらに高まっている。

1. 人工臓器の素材

図-1を見る多くの人工臓器はポリ（メチルメタクリレート）（PMMA）、ポリオレフィン、シリコーン、ポリウレタン、ポリエステル、ポリスルホンなど身近な高分子材料からつくられている。これらの材料は生体にとって異物であり、循環器系では血栓形成、整形外科領域ではゆるみ、その他に感染、炎症など生体と人工臓器の界面において様々な生体反応が惹起され、これらはしばしば治療の障壁となる。

ポリエチレングリコール、2-メタクリロイルオキシエチルホスホリルコリン（MPC）ポリマー、ポリ（2-メトキシエチルアクリレート）（PMEA）は代表的な抗血栓性材料であり、これらのポリマーによる様々な表面修飾法が検討されている。最近、MPC ポリマーが人工関節の摺動面の摩擦を低減し、摩耗を抑制するための改質材として有効であることも示されている。

表面特性と同様に人工臓器には生体との力学的特性の適合（コンプライアンスマッチング）も極めて重要である。高分子はその力学的性質を金属材料やセラミックに比べ幅広く制御することができ、特に軟組織との適合は高分子材料を用いなければ実現し得ない。ハイドロゲルやエラストマーにより、軟組織と力学的に適合する高分子を得ることができる。

2. バイオ人工臓器

これまで臨床に用いられている人工臓器の機能は生体の臓器に比べその機能は極めて制限された単純なものである。そこでより高度な人工臓器を目指し、細胞を用いたバイオ人工臓器の開発も検討されている。中空糸や多孔質樹脂を充填したモジュールの中で細胞を培養し、生体の臓器により近い機能をもった人工臓器が開発されている。臓器移植の技術も飛躍的に進歩しているがドナーの数は十分でない。また、組織工学により臓器再生が可能になるまでにはまだしばらく時間がかかることが予想され、生体の臓器に近い機能をもつ人工臓器の開発は重要な課題である。

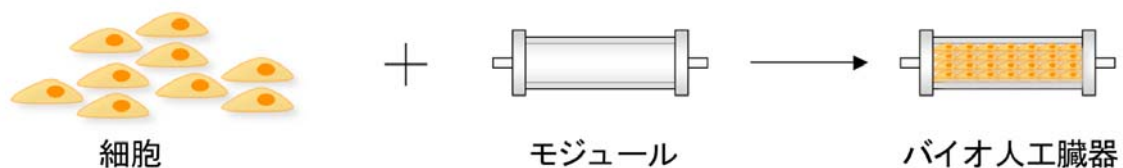


図 バイオ人工臓器の概念

引用文献： 1) 石原 一彦、山岡 哲二、畑中 研一、大矢 裕一、バイオマテリアルサイエンス、東京化学同人（2003）、2) 赤池敏宏、生体機能材料学、コロナ社（2005）

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
 - 抗血栓性に優れた循環器系人工臓器の開発
 - 生体に学び合成された新規高分子材料を利用した人工臓器の開発
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
 - 生体臓器を代替する高機能かつ長期間使用できる人工臓器の開発
 - 細胞を安定に保持できる材料の開発

キーワード

人工臓器、バイオ人工臓器、生体適合性、表面修飾

（執筆者：岩崎 泰彦）