

臨床工学技士国家試験/生体物性材料工学/医用材料/分野別/4. 医用材料の種類/用途_組合_混合 (旧①、②、⑨混合)

38AM90 医療機器とその材料との組み合わせで正しいのはどれか。

1. 人工弁弁葉————ステンレス鋼
2. 人工肺用ガス交換膜————ポリスルフォン
3. ガイドワイヤー————ニッケル・チタン合金
4. 人工歯根————高密度ポリエチレン
5. 血液透析膜————ポリジメチルシロキサン

正解：3

解説：

1) 人工弁弁葉はパイロライトカーボンが一般的。2) 人工肺膜は酸素および二酸化炭素透過性の優れた疎水性膜が必要。3) ガイドワイヤーは超弾性を有するニッケル・チタン合金が用いられる。4) 人工歯根は骨との結合性と力学的強度を有するチタン合金が用いられる。5) 人工透析膜は親水性を有することが必須。ポリジメチルシロキサン、即ちシリコーンは疎水性で人工肺に用いられる。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 8 第2章医用材料の種類、p. 27 第3章医用材料の応用

分野別：②組み合わせ

37PM89 医用材料の用途との組み合わせで正しいのはどれか。

1. セルロース————血液回路
2. ポリスルフォン————透析膜
3. ポリ塩化ビニル————人工血管
4. ポリグリコール酸————眼内レンズ
5. ポリテトラフルオロエチレン————血漿分離膜

正解：2

解説：1) セルロースは天然高分子で透析膜の原料。2) ポリスルフォンは合成高分子で透析膜の原料。但し、疎水性なのでポリビニルピロリドンを加え流路を形成している。3) ポリ塩化ビニルは建材等に用いられている合成高分子だが、フタル酸エステル等の可塑剤を加えることで軟化し、血液回路に利用されている。4) ポリグリコール酸はエステル結合を有する代表的な生分解ポリマー。眼内レンズは生体内安定のポリメチルメタクリ

レートを用いる。5) ポリテトラフルオロエチレンは商標名はテフロン。疎水性（撥水性）が強く人工血管等に用いられる。血漿分離膜は親水性が要件。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 8 第2章医用材料の種類、p. 27 第3章医用材料の応用

分野別：②組み合わせ

33PM90 ポリエチレンで誤っているのはどれか。

1. カテーテルに使われる。
2. ポリオレフィンである。
3. ビニル化合物である。
4. ゴム弾性を持つ。
5. 合成高分子である。

正解：3、4

解説：エチレンを代表とする一般式 C_nH_{2n} の炭化水素をオレフィン又はアルケンと呼ぶ。ポリエチレンは二重結合を有するエチレン $CH_2=CH_2$ が付加重合した合成高分子である。カテーテルや人工関節臼蓋部に用いられるが架橋構造を持たないのでゴム状弾性は有さない。ビニル化合物はビニル基を有す化合物の総称で、一般式は $(CH_2=CHR)$ で、R に塩素が置き換わると塩化ビニル、水酸基だとビニルアルコールである。ビニル化合物が付加重合で高分子化した化合物は炭素間の一重結合からできており、ビニル化合物の仲間ではない。3、4が正解なので不適切問題。

参照：教科書「医用材料工学」（コロナ社）p. 57 カテーテル p. 154 ビニル化合物

関連問題：参照分野別：①用途別、④有機材料

32AM90 シリコンが使われているのはどれか。（3 択）

- a. 眼内レンズ
- b. 人工肺用膜
- c. カテーテル
- d. 透析膜
- e. 縫合糸

正解：a, b, c

解説：シリコンは耐酸性、耐熱性が良く、かつ生体内で安定なため古くから医用材料として用いられている。分子間結合で架橋構造も作れ、カテーテルなどの弾性を必要な材料としても使用できる。ガス透過性に優れ、眼内レンズ（ソフトタイプ）

や膜型人工肺にも利用できる。

参照：「医用材料工学」（コロナ社） p. 15 2.3.1 シリコーン, p. 28 眼内レンズ, p. 57
カテーテル, p. 54 人工肺用膜

分野別：① 用途別、④有機材料

31AM89 誤っているのはどれか。

1. 生体適合性要件は材料によって異なる。
2. EOG 滅菌は耐熱性の低い材料に使われる。
3. 人工腎臓には再吸収機能がある。
4. アレルギー性元素を含む医用材料がある。
5. 生体吸収性材料は非吸収性材料に比べ耐久性が劣る。

正解：3

解説：どれも基本的な問題であるが、現在、臨床で用いられている人工腎臓の中で再吸収機能を有するものはないことから正解は直ぐわかる。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）1) 要件 p. 5、2) EOG 滅菌 p. 95、3) 人工腎臓 p. 46、
4) アレルギー p. 80、5) 生体吸収性材料 p. 18

分野別：⑨その他（混合）

30AM90 ポリ塩化ビニルが使われていないのはどれか。（2択）

- a. 血液回路
- b. カテーテル
- c. 注射筒
- d. コンタクトレンズ
- e. 輸液チューブ

正解：c, d

解説：ビニル基に塩素が結合した塩化ビニルの重合体がポリ塩化ビニルで用途としては主に血液回路、輸液チューブ・バッグである。注射筒はポリプロピレン、コンタクトレンズはポリメチルメタクリレートが主要なポリマーである。ポリ塩化ビニルは医用材料としては重要だが、この材料に関連した過去問は殆どない。可塑剤を加えることで柔軟性をもたせられるが、医用材料としてはその副作用が問題である。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 13 医用高分子材料、p. 14 表 2.6 主な医用高分子とその用途、p. 17 ポリ塩化ビニル、p. 154 ビニル化合物

分野別：①用途別

29AM88 人工多能性幹細胞（iPS 細胞）で正しいのはどれか。

1. 受精卵にタンパク質を導入して作られる。
2. 受精後の胚から採取して作られる。
3. 体細胞の遺伝子を取り出して作られる。
4. 体細胞にタンパク質を導入して作られる。
5. 体細胞に遺伝子を導入して作られる。

正解：5

解説：iPS 細胞は induced pluripotent stem cells の略称で日本語では人工多能性幹細胞と称す。体細胞へ数種類の遺伝子を導入し、分化の万能性と自己複製能を持たせた細胞である。生体材料工学からの出題としては疑問だが、一般教養として知っておく必要はあるだろう。

参照：iPS 関連図書多数

分野別：⑨その他

28AM89 カテーテル本体の材料でないのはどれか。

1. ポリ塩化ビニル
2. ポリテトラフルオロエチレン
3. ポリカーボネート
4. ポリウレタン
5. ポリジメチルシロキサン

正解：3

解説：カテーテルは、適度な柔軟性が求められ、また、多種多様な形状でデバイス製品となるため、成形が容易な合成高分子材料が用いられる。柔軟性の観点より、ポリカーボネートはカテーテルには用いられていない。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 56 カテーテル

分野別：①用途別

27AM90 正しい組合せはどれか。

- | | |
|----------|-------------|
| 1. 人工弁弁葉 | ステンレス鋼 |
| 2. 膜型人工肺 | ポリスルホン |
| 3. スtent | ニッケル・チタン合金 |
| 4. 人工歯根 | 高密度ポリエチレン |
| 5. 血液透析膜 | ポリジメチルシロキサン |

正解：3

解説：1) 人工弁弁葉は抗血栓性、軽量、機械的強度が要件でセラミックスのパイロライ

トカーボン、2) 膜型人工肺は疎水性でガス透過性が高いことが要件で多孔性ポリプロピレン、ポリジメチルシロキサン、3) ニッケル・チタン合金は超弾性をもつ。4) 人工歯根は骨との結合性、機械的強度、耐腐食性が要件でチタン合金、5) 血液透析膜の要件は溶質の流路が親水性（溶質透過性）、活性水素を持たないことからポリスルホン、セルロースアセテート。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 8 第2章医用材料の種類、p. 27 第3章医用材料の応用

分野別：②組み合わせ

24PM89 正しい組み合わせはどれか。

1. ポリビニルアルコール——膜型人工肺用中空糸
2. パイロライトカーボン——ステント
3. 高分子ポリエチレン——眼内レンズ
4. ポリウレタン——バルーンカテーテル
5. ポリカーボネート——血液透析膜

正解：4

解説：1) ポリビニルアルコールは親水性でガス透過性は低い。2) パイロライトカーボンは軽量で機械的強度に優れるが、弾性や超弾性を必要とするステントには不適である。3) 高分子ポリエチレンは人工関節臼蓋部の材料で光透過性は低い。4) 人工心臓血液ポンプ用材料でもあるセグメント化ポリウレタンがバルーンカテーテルに用いられている。5) ポリカーボネートは精密ろ過用膜としての用途はあるが医療用透析膜としては用いられていない。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）1) ポリビニルアルコール p. 15, 19, 78 2) パイロライトカーボン p. 12, p. 39 3) 高分子ポリエチレン p. 18, p. 34, 4) ポリウレタン p. 16, p. 59、5) ポリカーボネート p. 175 付録(17)

分野別：②組み合わせ

23AM90 血液透析膜に使用される膜材料はどれか。（3択）

- a. ポリエチレン
- b. ポリスルホン
- c. ポリアクリルニトリル
- d. 再生セルロース
- e. ポリ塩化ビニル

正解：b, c, d

解説：血液透析膜は水溶性の溶質の移動であるので、親水性を有する溶質の通り道が必要。これが膜孔である。a) ポリエチレン、b) ポリスルホンともに多孔質構造を作れるが疎水性。但し、ポリスルホンは親水処理により透析膜として汎用。c) ポリアクリロニトリルも疎水性であるが親水性を有するアクリル酸等と共重合することで親水化。d) セルロースは非晶質部がゲル化構造をとり溶質が通過できる。e) ポリ塩化ビニルは多孔構造をとらない。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 46 人工腎臓

分野別：①用途別

21PM89 膜型人工肺に用いられる膜材料はどれか。

1. ポリプロピレン
2. ポリビニルアルコール
3. ポリスルホン
4. ポリメチルメタクリレート
5. ポリエチレンテレフタレート

正解：1

解説：

1) 多孔質のポリプロピレンは疎水性でガス透過性に優れ、膜型人工肺に用いられている。
2) 親水性が強く、ポリエチレンとの共重合体は血液浄化用膜として使用。3) 疎水性であるがポリビニルピロリドンにより親水化し血液透析用として汎用。4) コンタクトレンズや血液浄化膜の素材として用いられる。5 線維状のものは織って人工血管として用いられる。

参照：p. 19 ポリプロピレン、p. 48 表 3.8 透析・濾過膜として用いられている材料、p. 53-55 人工肺、p. 165 (6) 水に対する親和性

分野別：①用途別としては過去問なし、②組み合わせとして過去問あり

21PM90 正しい組み合わせはどれか。(2 択)

- a. ポリジメチルシロキサン————人工血液
- b. パイロライトカーボン————人工肺
- c. チタン合金————人工歯根
- d. 高分子ポリエチレン————人工関節
- e. ポリスルホン————眼内レンズ

正解：c, d

解説：a) ポリジメチルシロキサンはガス透過能が高いが、ヘモグロビン修飾体やフルオロカーボン誘導体のような酸素結合や酸素溶解性が高いわけではない。b) パイロライトカーボン は軽量で機械的強度に優れるが、ガス透過能が高いわけではない。c) チタン合金は骨との結合性に優れ人工歯根として使用されている。d) 人工関節の臼蓋部に使用されている。e) ポリスルホン は透析膜の材料として用いられている。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 15 ポリジメチルシロキサン、p. 12, p. 138 パイロライトカーボン、p. 34, 36, 45, 89, 132 チタン合金、p. 18 ポリエチレン、p. 48 ポリスルホン

分野別：②組み合わせ

20PM89 親水性を有する透析膜に使われる材料はどれか。

1. ポリエチレン
2. シリコーン
3. ポリエーテルスルフォン
4. ポリビニルアルコール
5. 塩化ビニル

正解：複数回答可 3 ないし 4

解説：設問の透析膜が血液透析膜かどうかにより答えがことなる。又、ポリエーテルスルフォンはエーテル基とスルフォン基を有するポリマーの総称で、側鎖に何が来るかで親・疎水性がことなる。親水性と疎水性を考える場合、何か基準が必要で問題としては確実な答えが無い限り適当でない。1) ポリエチレンは炭素と酸素のみの高分子で疎水性。2) 別名、ポリジメチルシロキサンで無機高分子。疎水性で膜型人工肺の材料としても使用される。3) スルフォン基が多くなれば親水性は増すが、あくまでもポリスルフォンに比した相対的な意味で。実際の透析膜はPVP（ポリビニルピロリドン）による親水処理が必要。4) 親水性である。しかし、血液透析膜としては使用されていない。5) 塩化ビニルは透析膜としては使用できない。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 48 表 3.8 透析・濾過膜として用いられている材料、p. 165 (6) 水に対する親和性

分野別：①用途別

19PM90 医用材料について誤っている組合せはどれか。

1. 人工血管———ポリエチレンテレフタレート

2. 人工弁————ポリグリコール酸
3. 人工肝臓————多孔性ポリマービーズ
4. 人工肺————多孔質ポリプロピレン
5. 人工食道————ポリエチレン

正解：2

解説：1) ポリエチレンテレフタレートを繊維状にして編んだものは人工血管として用いられている。2) ポリグリコール酸は生分解性を有し、縫合糸や DDS 用の材料に適するが、人工弁としては用いられない。3) 多孔質のポリマービーズは吸着剤として機能でき、解毒を目的とした人工肝臓に利用できる。4) ポリプロピレンを延伸処理して多孔質にし、膜型人工肺を作製する。5) ポリエチレンはエチレンの重合体であり、重合法により硬い人工関節材料にもなるし、柔らかい人工食道用材料にもなる。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 13 第 2 章 医用高分子材料 p. 141 有機材料

分野別：②組み合わせ、④有機材料

18PM87 正しい組み合わせはどれか。（3 択）

- a. コラーゲン————人工皮膚
- b. ポリエチレンテレフタレート————透析膜
- c. シリコーン————手術用縫合糸
- d. ポリウレタン————拍動型工心臓
- e. ハイドロキシアパタイト————人工骨

解答：a, d, e

解説：a) コラーゲンは、皮膚など結合組織の主要タンパク質であり、人工皮膚などの軟組織代替え材料として広く用いられている。b) ポリエチレンテレフタレートは、縫合糸や人工血管などに用いられているが、半透膜性が必要な透析膜としては用いられていない。c) 一般にシリコーンゴムと呼ばれるものは、ポリジメチシロキサンであるが、埋め込み用材料やカテーテルに広く用いられている。しかし、ゴム弾性体であるため、縫合糸には不向きである。d) ポリウレタンのうちセグメント化ポリウレタンと称されるゴム弾性を示すポリウレタンは、耐久性に優れており、また、適度な抗血栓性も有しているため人工心臓やバルーンカテーテルなどに用いられている。e) ハイドロキシアパタイトは、リン酸カルシウムの結晶体の一つであり、骨の主要無機成分であるため、骨親和性が高く、骨と結合する。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 12 医用無機材料、p. 13 医用高分子材料、p. 21 生体由来材料

分野別：②組み合わせ

18PM88 人工臓器に利用される材料で正しい組み合わせはどれか。(3 択)

- a. 人工食道————ポリエチレン
- b. 人工弁————アルミナ
- c. 人工肝臓————メタクリル酸誘導体ポリマー
- d. 人工血管————ポリテトラフルオロエチレン
- e. 人工腎臓————再生セルロース

解答：a, d, e

解説：a) 人工食道として、ポリエチレン管を挿入して用いる場合がある。b) 人工弁には、長期の耐摩耗性が必要であり、熱分解性炭素が用いられている。単結晶アルミナをディスク材料として用いた研究はあるが、実用化はされていない。c) 現在の人工肝臓は、血漿交換と血液透析濾過を組み合わせた方法を意味している。血液透析濾過用の膜として、ポリメチルメタアクリレート（PMMA）が使われており、また、血漿分離膜材料としても PMMA が、以前用いられていた。PMMA は、メタクリル酸誘導体ポリマーであるからして正解となるが、用意された解答組み合わせをみると、出題者は間違った組み合わせと考えていると思われる。d) 人工血管に用いられている合成高分子材料は、ポリエステルとポリテトラフルオロエチレンである。e) 人工腎臓には、半透膜か濾過膜が用いられているが、再生セルロースは最も最初に用いられた半透膜である。

参照：「医用材料工学」（コロナ社） p. 27 医用材料の応用

分野別：②組み合わせ

17PM85 ポリヒドロキシエチルメタクリレートの用途として適切なのはどれか。(2 択)

- a. 尿道カテーテル
- b. ソフトコンタクトレンズ
- c. 人工肺
- d. 人工歯根
- e. 人工骨頭

正解：a, b

解説：ポリメタクリル酸メチルのメチル基をエチルアルコールで置換した高分子である（HEMA:poly-2-hydroxyethylmethacrylate）。水酸基があるため親水性となり、水を含んだゲル状態（ハイドロゲル）となることができる。ハイドロゲルは、柔らかい材料となり、酸素や物質透過性にも富んでいることより、コンタクトレンズとして普及した。

その後、色々なハイドロゲルが開発され、ソフトコンタクトレンズに用いられている。
PHEMA は、また、血液浄化用吸着材の血液適合性向上のための表面被覆剤などに使われている。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 20 ポリメタクリル酸-2-ヒドロキシエチル、p. 172
付録(8)

分野別：①用途別

17PM87 誤っている組み合わせはどれか。

1. シリコーンゴム—————血漿分離膜
2. マイクロポーラスポリプロピレン—————中空糸膜型人工肺
3. ポリエチレンテレフタレート—————人工血管
4. ポリ塩化ビニル—————輸液用チューブ
5. ポリスルホン—————血液透析膜

正解：1

解説：材料の構造と性質を一緒に理解しておくとなんに 응용されているか覚えやすい。

有機材料の医療応用。1) シリコーンゴムはジメチルシロキサンが架橋した構造である。機械的性質としてはゴム状弾性を示し、界面化学的な性質としては疎水性を示す。水も血漿も透過させない性質があり血漿分離膜には用いられない。2) ポリプロピレンは疎水性でディスポーザブルシリンジの材料、輸液バッグに使われている。ポリプロピレンを延伸すると酸素や二酸化炭素の透過が良い多孔質（マイクロポーラス）の疎水性膜ができ、人工肺として使用されている。3) ポリエチレンテレフタレートは人工血管や人工弁縫着リングの代表的な材料。4) 塩化ビニルの重合の際に軟化剤を多く加えた軟質塩化ビニルは医療用として汎用。輸液用チューブ、血液回路、輸液バッグに使用されている。5) ポリスルホンは補体活性作用が低く、異方性膜（緻密層をスポンジ層で支持した構造）を成膜しやすいので血液透析用の合成高分子として汎用されている。但し、ポリスルホンは疎水性であるので、親水処理が必要である。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 13 第2章(2.3 医用高分子)、p. 27 第3章（医用材料の応用）

分野別：②組み合わせ、④有機材料

16PM89 材料とその性質との組み合わせで誤っているのはどれか。

1. ハイドロキシアパタイト—————骨親和性
2. シリコーンゴム—————酸素透過性

3. ポリテトラフルオロエチレン——親水性
4. セグメント化ポリウレタン——抗血栓性
5. チタン合金——力学強度

正解：3

解説：材料の構造と性質を一緒に理解しておくとなんに何に用いられているか覚えやすい。

有機材料、無機材料、金属材料の医療応用。1) ハイドロキシアパタイトは、リン酸カルシウムの結晶体の一つであり、骨の主要無機成分であるため、骨親和性が高く、骨と結合する。2) 一般にシリコーンゴムと呼ばれるものは、ポリジメチシロキサンであるが、埋め込み用材料やカテーテルに広く用いられている。また、酸素と二酸化炭素の透過性も高いため、膜型人工肺にも用いられている。3) ポリテトラフルオロエチレンは、ポリエチレンの水素が全てフッ素の置き換えたものであり、疎水性が非常に高い。4) セグメント化ポリウレタンは、ゴム弾性を示すポリウレタンであり、耐久性に優れており、また、適度な抗血栓性も有しているため人工心臓やバルーンカテーテルなどに用いられている。5) チタン合金は、医用金属材料の代表であり、力学強度が求められる応用に広く用いられている。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 1 第 1 章、p. 27 第 3 章（医用材料の応用）

分野別：②組み合わせ

16PM90 外科用手術用縫合糸の素材として用いられないのはどれか。

1. ポリ乳酸
2. ポリエステル
3. ナイロン
4. 木綿
5. 絹

正解：4

解説：1) ポリ乳酸は、生体内で分解し吸収される材料として用いられている。2) ポリエステル（ポリエチレンテレフタレート）、3) ナイロン（ポリアミド）、そして 5) 絹は、非分解性の材料として用いられている。4) 木綿は縫合糸としては、用いられていない。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 14 表 2. 6、p. 17 ポリエステル

分野別：①用途別、④有機材料

15PM88 臨床に用いられている組み合わせはどれか。（3 択）

- a. PHEMA（ポリ-2-ヒドロキシエチルメタクリレート）——コンタクトレンズ

- b. パイロライトカーボン————人工股関節
- c. ポリ塩化ビニル————人工心臓弁
- d. ポリメチルメタクリレート————眼内レンズ
- e. ポリスルホン————血液透析膜

正解：a, d, e

解説：材料の構造と性質を一緒に理解しておくとなんに應用されているか覚えやすい。有機材料と無機材料の医療應用。a) PHEMA はメタクリル酸エチルの骨格でエチル基がヒドロキシ基（-OH 基）に置換されているので親水性で柔らかい。b) パイロライトカーボンは熱分解性炭素で血小板の粘着や凝固因子の活性が起こりにくい性質を持つ。但し、人工弁の弁葉に用いられている理由は耐摩耗性や耐衝撃性に優れているためである。c) ポリ塩化ビニルは心臓弁に必要な抗血栓性は高くなく、心臓弁としては用いられない。d) ポリメチルメタクリレートは透明度が高く、かつ生体適合性が良いので眼内レンズ、コンタクトレンズの材料として使われている。e) ポリスルホンは補体活性作用が低く、異方性膜（緻密層をスポンジ層で支持した構造）を成膜しやすいので血液透析用の合成高分子として汎用されている。但し、ポリスルホンは疎水性であるので、親水処理が必要である。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p27 第3章（医用材料の應用）

分野別：②組み合わせ

15PM89 人工肺のローラーポンプ内チューブに用いられる材料はどれか。（3 択）

- a. ラテックスゴム
- b. ブチルゴム
- c. ポリエチレンテレフタレート
- d. ポリ塩化ビニル
- e. シリコーンゴム

正解：a, d, e

解説：回転するローター部と半円形のポンプヘッドの隙間にセットした弾性管をしごいて流体を送り出す仕組みであるため、力学特性である弾性と血液成分にたいする不活性な性質が必要である。弾性体は分子内架橋した構造をとっており、a)、b)、d)、e)があげられるがb)ブチルゴムは医療用としては用いられない。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 15 シリコーン、p. 57 血液回路

分野別：①用途別

13PM88 血液透析膜に使用されない材料はどれか。(2 択)

- a. ポリエチレンテレフタレート
- b. ポリスルホン
- c. ポリアクリロニトリル
- d. エチレンビニルアルコール共重合体
- e. ポリ塩化ビニル

正解：a, e

解説：血液透析膜は水溶性の溶質の移動であるので、親水性を有する溶質の通り道が必要。これが膜孔である。a) ポリエチレンテレフタレート、b) ポリスルホンともに多孔質構造を作れるが疎水性。但し、ポリスルホンは親水処理により透析膜として汎用。c) ポリアクリロニトリルも疎水性であるが親水性を有するアクリル酸等と共重合することで親水化。d) エチレンービニルアルコール共重合体も c) と同様。e) ポリ塩化ビニルは多孔構造をとらない。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 46 人工腎臓

分野別：①用途別

13PM90 医用材料について正しい組み合わせはどれか。(3 択)

- a. シリコーンゴム ————— 血漿分離
- b. マイクロポーラスポリプロピレン ————— 人工心臓
- c. 延伸ポリ四フッ化エチレン (ePTFE) ————— 人工血管
- d. ポリメタクリル酸メチル (PMMA) ————— コンタクトレンズ
- e. 再生セルロース ————— 血液透析

正解：c, d, e

解説：材料の構造と性質を一緒に理解しておくとなんに何に應用されているか覚えやすい。

有機材料と無機材料の医療応用。a) シリコーンゴムはジメチルシロキサンが架橋した構造である。機械的性質としてはゴム状弾性を示し、界面化学的な性質としては疎水性を示す。水も血漿も透過させない性質がありカテーテル、軟組織インプラントに用いられる。b) ポリプロピレンは疎水性でディスポーザブルシリンジの材料、輸液バッグに使われている。ポリプロピレンを延伸すると酸素や二酸化炭素の透過が良い多孔質（マイクロポーラス）の疎水性膜ができ、人工肺として使用されている。メルトスピン法によっても多孔質を作ることができる。c) ePTFE はポリエチレンの水素（H）をフッ素（F）に置換したポリテトラフルオロエチレンを延伸することで多孔質構造にしたもの。代表的な人工血管材料。d) ポリメチルメタクリレートは透明度が高く、かつ生体親和

性があるので眼内レンズ、コンタクトレンズの材料として使われている。e) 再生セルロースはセルロースを可溶化したあと、再び凝集させると晶質性のある部位と非晶質性の部位を持つ構造が得られる。これを血液透析用の膜として利用している。

参照：「医用材料工学」（コロナ社） p27 医用材料の応用

分野別：②組み合わせ

12PM89 血管カテーテルに用いられている材料はどれか。(2 択)

- a. ジルコニア
- b. シリコーンゴム
- c. ポリ塩化ビニル
- d. ポリアクリロニトリル
- e. コラーゲン

正解：b, c

解説：血管カテーテルは、適度な柔軟性が求められ、また、多種多様な形状でディスポ製品となるため、成形が容易な合成高分子材料が用いられる。柔軟性の観点より、ポリアクリロニトリルはカテーテルには現在用いられていない。

参照：「医用材料工学」（コロナ社） p. 56 カテーテル

分野別：①用途別

12PM90 人工血管に用いられている材料はどれか。(2 択)

- a. ポリテトラフルオロエチエン
- b. ポリスチレン
- c. ポリメチルメタクリレート
- d. ポリカーボネート
- e. ポリエチレンテレフタレート

正解：a, e

解説：人工血管に用いられている合成高分子材料は、ポリエステルとポリテトラフルオロエチレンである。ポリエステルは、織物であり、ポリテトラフルオロエチレンは、延伸して多孔性にしている。

参照：「医用材料工学」（コロナ社） p. 17 ポリエステル、p. 21 ポリテトラフルオロエチレン、p. 36 人工血管

分野別：①用途別

11PM86 医用材料とそれが使われる疾患との組み合わせで誤っているのはどれか。(2 択)

- a. ポリアクリロニトリル (PAN) —————慢性腎不全
- b. シリコーンゴム—————重症呼吸不全
- c. ポリ L-乳酸 (PLLA) —————骨折
- d. ポリビニルアルコール (PVA) —————大動脈瘤
- e. ポリエチレンテレフタレート (PET) ———急性薬物中毒

正解 : d, e

解説 : 材料の構造と性質を一緒に理解しておくとなんに適用されているか覚えやすい。

有機材料の医療応用。a) ポリアクリロニトリルはアクリロニトリル (疎水性) にビニルモノマー (親水性) を共重合したもの、その比率を変えることで分画特性、透水性をコントロールできるため血液透析用の合成高分子膜として早くから用いられている。親水性ビニルモノマーとしてメタリルスルホン酸ナトリウムやアクリル酸が用いられている。b) シリコーンゴムはジメチルシロキサンが架橋した構造である。機械的性質としてはゴム状弾性を示し、界面化学的な性質としては疎水性を示す。ガス透過性が良く人工肺用の膜に利用できるが脆性が大きいため中空糸に加工することは難しかったが中空糸への製膜も可能となっている。c) PLLA は生分解性であり、その特性を生かした骨折固定材として用いられている。d) 動脈瘤には、人工血管による置換かステント設置がおこなわれているが、PVA はどちらの用途にも不向きである。e) 急性薬物中毒では、吸着法、血液透析法、と血漿分離法が適応手法のうち、その薬物に対し最も有効な手法が用いられる。PET は、これらのものに用いられていない。

参照 : 「医用材料工学」(コロナ社) p27 医用材料の応用

分野別 : ②組み合わせ

11PM87 正しい組み合わせはどれか。(2 択)

- a. ポリテトラフルオロエチレン—————人工骨
- b. ハイドロオキシアパタイト—————人工弁
- c. ポリ塩化ビニル—————膜型人工肺
- d. セルロースアセテート—————人工腎
- e. 高密度ポリエチレン—————人工関節

正解 : d, e

解説 : 材料の構造と性質を一緒に理解しておくとなんに適用されているか覚えやすい。有機材料と無機材料の医療応用。a) ポリテトラフルオロエチレンは、ポリエチレンの水素

が全てフッ素の置き換えたものであり、疎水性が非常に高い。人工骨は骨組織との親和性や骨再生への材料提供という要件が必要と考えられるため不適。b) 人工弁材料は抗血栓性と機械的強度が必要であるが、リン酸カルシウム系のセラミックスであるヒドロキシアパタイトはその要件を備えていなし。c) 物質透過用の膜としては使用できない。d) セルロースアセテートはセルロースの水酸基をアセチル化したもので、血液透析用の膜として利用されている。e) ポリエチレンはエチレンを重合した高分子であるが、低圧下で重合すると分枝の少なく、結晶度の高い高密度ポリエチレンが得られる。耐摩耗性、耐食性、耐水性がよく人工関節ソケット部に用いられる。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p27 医用材料の応用

分野別：②組み合わせ

11PM89 機械人工弁の材料として用いられるのはどれか。（2 択）

- a. 形状記憶合金
- b. チタン
- c. パイロライトカーボン
- d. ポリカーボネート
- e. ポリメチルメタクリレート

正解：b, c

解説：機械人工弁の材料には、は機械的強度と耐摩耗性が要求される。現在の機械人工弁では、弁葉材料としてパイロライトカーボン、弁座材料としてチタン合金が用いられている。また、縫着リングとしてポリエステルやテフロン織布が用いられている。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 40 人工弁

分野別：①用途別

10PM85 正しい組み合わせはどれか。（3 択）

- a. 人工血管——ポリテトラフルオロエチレン
- b. 人工弁——パイロライトカーボン
- c. 人工腎臓——シリコーンゴム
- d. 人工肺——セルロース
- e. 眼内レンズ——ポリメチルメタクリレート

正解：a, b, e

解説：材料の構造と性質を一緒に理解しておくとなんに應用されているか覚えやすい。有機材料と無機材料の医療應用。a) 人工血管材料は、ポリエステル織布と延伸性ポリテト

ラフルオロエチレンである。b) 人工弁は、長期間の耐摩耗性が求められるが、パイロライトカーボンはその要求を満たしている。c) 人工腎臓には、溶質と水の透過性が必要であるが、シリコーンゴムは、その要求を満たしていない。d) 人工肺膜には、酸素と二酸化炭素の透過性高い膜が求められるが、セロースはそのような性質をもっていない。e) 眼内レンズは高い光透過性が必要であり、ポリメチルメタクリレートは有機ガラスと呼ばれるように軽量で透明性に優れており、眼内レンズに用いられている。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p27 医用材料の応用

分野別：②組み合わせ

10PM87 人工股関節を構成するのはどれか。（2 択）

- a. ポリカーボネート
- b. チタン
- c. 高密度ポリエチレン
- d. ポリアクリルアミド
- e. ポリスルホン

正解：b, c

解説：人工股関節は、チャンレイ型が基本になっており、ソケット、ステム及び人工骨頭から構成されている。ソケット材料は高密度ポリエチレン（より正確には、超高密度ポリエチレン）、ステム材料は、チタン合金などの金属材料、人工骨頭には、アルミナ等のセラミクスまたは金属材料が用いられている。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 33 人工関節

分野別：①用途別

10PM89 中空糸型人工臓器に使われるのはどれか。（3 択）

- a. セルロースアセテート
- b. ポリエチレンテレフタレート
- c. ポリ塩化ビニル
- d. ポリプロピレン
- e. ポリビニルアルコール

正解：a, d, e

解説：中空糸膜は、表面積／体積比が高く、膜を介した物質移動を行う場合、効率が高い。そのため、人工腎臓、アフェレシス療法、人工肺など血液に対して物質移動を行う場合、中空糸膜の成形が可能な材料では、中空糸形状で用いられている。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 17 ポリエチレンテレフタレート、ポリ塩化ビニル、p. 19 ポリプロピレン、p. 46 人工腎臓、p. 53 人工肺

分野別：①用途別

9PM89 医療用カテーテルに用いられる材料はどれか。（2 択）

- a. ポリカーボネート
- b. ポリ塩化ビニール
- c. シリコーンゴム
- d. ポリメチルメタクリル酸
- e. ポリスチレン

正解：b, c

解説：医療用カテーテルは血管や尿管などの管腔や、腹膜透析用カテーテルのように体腔に留置するもの等使用部位も様々である。挿入部位と目的により材質、硬さが異なるが組織適合性が良いこと、外力を加えても破損しないこと、外力を取り除くともとに戻る性質を有することが必要である。a) ポリカーボネート、d) ポリメチルメタクリル酸、e) ポリスチレンは硬くて脆い。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 56 カテーテル

分野別：①用途別

9PM90 生体材料の組み合わせで正しいのはどれか。（3 択）

- a. 形状記憶合金——SUS 316
- b. ステンレス鋼——バイタリウム
- c. ハイドロオキシアパタイト——骨充填剤
- d. パイロライトカーボン——人工弁
- e. 延伸ポリ四フッ化エチレン——人工血管

正解：c, d, e

解説：材料の構造と性質を一緒に理解しておくとなんに應用されているか覚えやすい。

有機材料、無機材料、金属材料の医療応用。a) 形状記憶合金としては Ti-Ni の合金が用いられている。SUS316 は鉄の合金であるステンレス鋼で形状記憶性は無い。b) ステンレス鋼は鉄を母材とする合金。バイタリウムは Co-Cr 合金。c) ハイドロオキシアパタイトは、リン酸カルシウムの結晶体の一つであり、骨の主要無機成分であるため、骨親和性が高く、骨と結合する。d) パイロライトカーボンは熱分解性炭素で血小板の粘着や凝固因子の活性が起こりにくい性質を持つ。但し、人工弁の弁葉に用いられている理由は

耐摩耗性や耐衝撃性に優れているためである。e) ePTFE はポリエチレンの水素 (H) をフッ素 (F) に置換したポリテトラフルオロエチレンを延伸することで多孔質構造にしたもの。代表的な人工血管材料。

参照：「医用材料工学」(コロナ社) p. 2 医用材料の種類、p27 医用材料の応用

分野別：②組み合わせ

8PM86 医用材料について正しい組み合わせはどれか。

1. ジルコニア—————金属
2. アルミナ—————セラミックス
3. ハイドロキシアパタイト—————プラスチック
4. チタン—————セラミックス
5. ポリカーボネート—————セラミックス

正解：2

解説：1) 別名、酸化ジルコニウムで金属酸化物のセラミックス、2) 別名、酸化アルミニウムで金属酸化物のセラミックス、3) リン酸カルシウム的一种、 $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ 、骨の主成分でセラミックス、4) 原子番号 22 の遷移金属、5) 耐衝撃性を持つエンジニアリングプラスチック。

参照：「医用材料工学」(コロナ社) p. 8 医用材料の種類

分野別：②組み合わせ

8PM89 医用材料について正しい組み合わせはどれか。(3 択)

- a. シリコーンゴムホローファイバ—————血漿分離
- b. マイクロポーラスポリプロピレン—————人工心臓
- c. 延伸ポリ四フッ化エチレン (ePTFE) —————人工血管
- d. ポリメタクリ酸メチル (PMMA) —————コンタクトレンズ
- e. 再生セルロースホローファイバ—————血液透析

正解：c, d, e

解説：材料の構造と性質を一緒に理解しておくとなんに應用されているか覚えやすい。有機材料の医療應用。a) 血漿分離膜として用いるためには、0.2 μm 程度の孔径を有する多孔体構造が求められるが、現在のところシリコーンゴムでそのようなものはつくられていない。b) マイクロポーラスポリプロピレンは、人工肺膜として用いられており、人工心臓には利用されていない。c) 人工血管は、ポリエステル織布と延伸性ポリ四フッ化エチレンが用いられている。d) コンタクトレンズは高い光透過性が必要であり、ポリ

メチルメタクリレートは有機ガラスと呼ばれるように透明性に優れており、コンタクトレンズに用いられている。e)再生セルロースは半透膜の性質を持っており、血液透析膜として用いられている。

参照：「医用材料工学」（コロナ社） p27 医用材料の応用

分野別：②組み合わせ

7AM71 正しいのはどれか。(3 択)

- a. 天然ゴムは止血剤として使われている
- b. コラーゲンは動物タンパクの一つである
- c. 人工弁に熱分解カーボンが使われている
- d. 人工肺の材料としてポリカーボネートが使われる
- e. セロファンは血液バッグに使われる

正解：b, c, d

解説：a)天然ゴムは、ポリシスー1,4-イソプレンであるが、血液凝固反応を促進させる性質ではない。b)コラーゲンは、結合組織の主要タンパク質である。c)熱分解カーボンは、耐摩耗性に優れているため、人工弁に用いられている。d)気泡型人工肺のハードシェル型では、ポリカーボネートが使われていた。ただし、現在は用いられていない。e)セロファンは、以前、血液透析膜として用いられていたが、血液バッグの用途には不向きである。

参照：「医用材料工学」（コロナ社） p. 8 第2章医用材料の種類

分野別：⑨その他（混合）

7AM72 正しいのはどれか。(3 択)

- a. 放射線滅菌はプラスチック材料を劣化させない
- b. 医用材料は生体適合性と医用機能性を備えていなければならない
- c. 医用材料の安全性は材料側と生体側との両方から考える必要がある
- d. 血小板保存用バッグの素材では酸素透過性が重要である
- e. セラミクスは生体活性材料として使用されている

正解：b, c, d

解説：a)放射線照射（ γ 線照射）は、物質に種々な反応を生じさせる。プラスチックの場合、架橋するタイプと分解するタイプに類別できる。分解するタイプは、劣化するといえる。b)、c)は医用材料の基本である。血小板の機能維持には、適度な酸素が必要であるため、保存用バッグの酸素透過性が重要である。セラミクスは、骨との結合性が

ら生体活性材料と生体不活性材料に分類できる。ヒドロキシアパタイトは生体活性セラミックスの代表である。一方、 α -アルミナは生体不活性セラミックスの代表である。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 4 医用材料の備えるべき条件、p. 8 医用材料の種類、p. 92 医用材料の滅菌

分野別：⑨その他（混合）

6AM70 正しいのはどれか。

- a. シリコーンゴムは天然ゴムである
- b. プラスチックに添加剤が含まれることはない
- c. コラーゲンは植物たんぱくの種類である
- d. ポリスチレンは注射器に用いられる
- e. オキシセルロースは人工弁に用いられている

正解：正解無し

解説：a) シリコーンゴムは、ポリジメチルシロキサンで、ケイ酸と酸素を骨格とした合成ゴムである。b) プラスチックには、可塑剤や色々な副資材が混ぜられている。c) コラーゲンは動物の結合組織における主要タンパク質である。d) 注射器には、ポリプロピレンと天然ゴムが用いられている。e) 人工弁は生体弁と機械弁に分類される。人工材料を用いる機械弁では、熱分解性炭素とチタン合金が用いられている。従って、正解はない。模範解答では d. ポリスチレンであるが現在、医療用として用いられている市販の注射器にはこの材料は使われていない。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 8 医用材料の種類

分野別：②組み合わせ、④有機材料

5AM72 正しいのはどれか。

- 1. エチレンビニルアルコールは共重合体ではない
- 2. プラスチックに添加剤が含まれることはない
- 3. コラーゲンは植物蛋白の種類である
- 4. 塩化ビニルは膜型人工肺の膜材料として使われている
- 5. チタンは人工弁の材料として使われている

正解：5

解説：1) エチレンビニルアルコールはエチレンとビニルアルコールの共重合体であり、血液透析膜や血漿成分分画膜として用いられている。2) プラスチックには、可塑剤や色々な副資材が混ぜられている。3) コラーゲンは動物の結合組織における主要タンパク

質である。4) 人工肺では酸素と二酸化炭素の透過性が求められる。シリコンを用いた均質膜、ポリプロピレンを用いた多孔質、およびポリオレフィンを用いた非対称膜が使われている。5) 人工弁は生体弁と機械弁に分類される。人工材料を用いる機械弁では、熱分解性炭素とチタン合金が用いられている。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 8 医用材料の種類

分野別：⑨その他（混合）

3AM63 ポリヒドロキシエチルメタクリレートの用途として適切なのはどれか。（2 択）

- a. 尿道カテーテル
- b. ソフトコンタクトレンズ
- c. 人工肺
- d. 人工歯根
- e. 人工骨頭

正解：a, b

解説：ポリメタクリル酸メチルのメチル基をエチルアルコールで置換した高分子である。水酸基があるため親水性となり、水を含んだゲル状態（ハイドロゲル）となることができる。ハイドロゲルは、柔らかい材料となり、酸素や物質透過性にも富んでいることより、コンタクトレンズとして普及した。PHEMA はソフトコンタクトレンズに最初に利用された材料である。その後、色々なハイドロゲルが開発され、ソフトコンタクトレンズに用いられている。PHEMA は、また、血液浄化用吸着材の血液適合性向上のための表面被覆剤などに使われている。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 20 ポリメタクリル酸-2-ヒドロキシエチル

分野別：①用途別

2AM70 正しいのはどれか。

- 1. エチレンビニルアルコールは共重合体ではない
- 2. プラスチックに添加剤が含まれることはない
- 3. コラーゲンは植物蛋白の一種である
- 4. 塩化ビニルは膜型人工肺の膜材料として使われている
- 5. チタンは人工弁の材料として使われている

正解：5

解説：1) エチレンビニルアルコールはエチレンとビニルアルコールの共重合体であり、血液透析膜や血漿成分分画膜として用いられている。2) プラスチックには、可塑剤や

色々な副資材が混ざられている。3) コラーゲンは動物の結合組織における主要タンパク質である。4) 人工肺では酸素と二酸化炭素の透過性が求められる。シリコーンを用いた均質膜、ポリプロピレンを用いた多孔質、およびポリオレフィンを用いた非対称膜が使われている。人工弁は生体弁と機械弁に分類される。5) 人工材料を用いる機械弁では、熱分解性炭素とチタン合金が用いられている。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 8 医用材料の種類

分野別：⑨その他（混合）

1AM65 抗血栓性高分子材料として大動脈内バルーンカテーテル及び中心静脈カテーテルのいずれにも使用されているのはどれか。

1. 塩化ビニル
2. ポリジメチルシロキサン（シリコーン）
3. ポリテトラフルオロエチレン（テフロン）
4. ポリウレタン
5. ポリエチレンテレフタレート（ダクロン）

正解：4

解説：大動脈内バルーンカテーテルは大動脈に留置され、心周期と同期して inflation と deflation を繰り返すため、強度と抗血栓性を要求される。シリコーンとポリウレタンは代表的なカテーテル用材料であるが、力学的な強度も必要な大動脈内バルーンカテーテルとしてはポリウレタンが使用されている。1) 塩化ビニルは抗血栓性もゴム状弾性も不十分。2) ポリジメチルシロキサンは抗血栓性、応力に対する変形能は優れるが、脆い性質があり繰り返し応力に対する耐性に難がある。3) ポリテトラフルオロエチレンと 5) ポリエチレンテレフタレートはゴム状弾性を示さない。4) ポリウレタンは拍動型人工心臓ポンプのダイヤフラムの材料でもあり条件を満たしている。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 45 人工心臓表面平滑化材料、p. 55 補助循環装置

分野別：①用途別

1AM66 正しいのはどれか。

1. エチレンビニルアルコールは共重合体ではない
2. プラスチックに添加剤が含まれることはない
3. コラーゲンは植物蛋白の一つである
4. 膜型人工肺の材料として塩化ビニルが使われている
5. 人工弁として熱分解カーボンがつかわれている

正解：5

解説：1) エチレンビニルアルコールはエチレンとビニルアルコールの共重合体であり、血液透析膜や血漿成分分画膜として用いられている。2) プラスチックには、可塑剤や色々な副資材が混ぜられている。3) コラーゲンは動物の結合組織における主要タンパク質である。4) 人工肺では酸素と二酸化炭素の透過性が求められる。シリコーンを用いた均質膜、ポリプロピレンを用いた多孔質、およびポリオレフィンを用いた非対称膜が使われている。5) 人工弁は生体弁と機械弁に分類される。人工材料を用いる機械弁では、熱分解炭素とチタン合金が用いられている。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 8 医用材料の種類

分野別：⑨その他（混合）