

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/有機材料（旧④）

38PM89 医用材料に用いるシリコーンについて正しいのはどれか。（2択）

- a. 生体では加水分解される。
- b. Si-O結合を持つ。
- c. オイル状とゴム状のものがある。
- d. 放射線滅菌で変性しやすい。
- e. 人工血管に使われる。

正解：b, c

解説：シリコーンゴムは、ポリジメチルシロキサンで、ケイ素(Si)と酸素(O)を骨格とした合成ゴムである。生体内で安定、加水分解は受けない。架橋の仕方で、流動性のあるオイル状や弾性を持つゴム状になる。放射線滅菌にも安定で、外シャントや人工乳房等に用いられる。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 15 2.3.1 シリコーン

分野別：④有機材料

37PM90 ポリエチレンテレフタレートを構成する結合はどれか。（2択）

- a. $\begin{array}{c} | & & | \\ -\text{C}-\text{O}-\text{C}- \\ | & & | \end{array}$
- b. $\begin{array}{c} | & & | \\ -\text{C}-\text{C}- \\ | & & | \end{array}$
- c. $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ -\text{C}-\text{O}- \end{array}$
- d. $\begin{array}{c} | \\ -\text{Si}-\text{O}- \\ | \end{array}$
- e. $\begin{array}{c} \text{O} & \text{H} \\ || & | \\ -\text{C}-\text{N}- \end{array}$

正解：b, c

解説：ベンゼン環にカルボキシル基を2個パラ位に結合したフタル酸をテレフタル酸と称する。1分子中にヒドロキシ基-OHを2個有する代表的な2価のアルコールに

エチレングリコールがある。一つの分子に二つ以上の官能基があると、官能基同士が結合し高分子を形成する。テレフタル酸の-COOH の-OH とエチレングリコールのヒドロキシ基-OH のHから水分子が脱離し、エステル価結合ができる。これが次々に結合し、高分子のポリエチレンテレフタレートができる。従って、ポリエチレンテレフタレートはエステル結合の-COO-とエチレングリコールの骨格である-(C₂H₂)-を有する。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 17 ポリエステル

分野別：④有機材料

36PM90 人工肺のハウジング（外筒）に使われる材料はどれか。

1. ポリ乳酸
2. セルロース
3. ポリカーボネート
4. ポリウレタン
5. ポリビニルアルコール

正解：3

解説：ポリカーボネートは高い透明性と機械的強度（耐衝撃性）を有するエンジニアリングプラスチックの一つ。人工肺や人工腎臓のハウジングに用いられている。DVDやCDもこの材料で作られている。

参照：「医用材料工学」（コロナ社） p. 175 付録(17) ポリカーボネイト

分野別：④有機材料

35PM90 シリコーン（Silicone）について正しいのはどれか。

1. 親水性である。
2. セラミックスである。
3. Si-O 結合からなる。
4. 透析膜に使われる。
5. 可塑性である。

正解：3

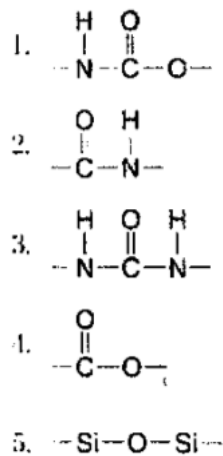
解説：シリコーンはケイ素 Si と酸素 O の結合-Si-O-を基本単位として多数結合した有機・無機ハイブリッドポリマーの総称である。ポリジメチルシロキサンは医療用に用いられている代表的な有機珪素化合物である。耐薬品性、耐熱性が良く、架橋形成の密度によりオイル状からゴム状へ物性を変えることから様々な用途に使われている。疎水性

が大きく、酸素透過性、二酸化炭素透過性に優れるため膜型人工肺の材料としても使用されている。応用例に関しては p. 28 人工乳房、p. 54 膜型人工肺、p. 57 カテーテルを参照。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 15 2. 3. 1 シリコーン

分野別：④有機材料

33AM90 ポリ乳酸を構成する結合はどれか。



正解：4

解説：乳酸は炭素の4本の結合手にメチル基(-CH₃)、水素(H) カルボキシル基(-COOH)、水酸基(-OH)が結合した代表的なオキシ酸である。一つの分子に二つ以上の官能基があると、官能基同志が結合し高分子を結合する。乳酸の場合、カルボキシル基(-COOH)の-OHと水酸基(-OH)のHから水分子が形成され炭素 - 酸素間に新たな結合が生じる。この結合がエステル結合である。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 17 2. 3. 5 ポリエステル

分野別：④有機材料

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 シリコー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

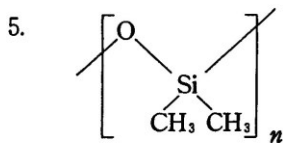
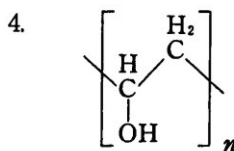
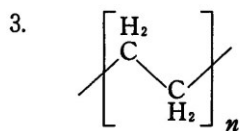
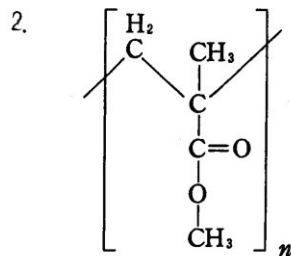
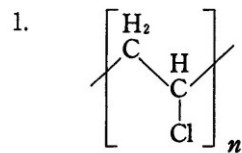
正解：a, b, c

解説：シリコーンは耐酸性、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

28AM90 ポリメタクリル酸メチル（アクリル樹脂）はどれか。



正解：2

解説：1) ポリ塩化ビニル、2) ポリメタクリル酸メチル（ポリメチルメタクリレート）、
3) ポリエチレン、4) ポリビニルアルコール、5) シリコール（ポリジメチルシロキサン）

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 19 ポリメタクリル酸メチル p. 149 高分子の合成と高分子材料 p. 170 付録 p. 147 有機化合物の一般的命名法

分野別：④有機材料

28PM89 生体内で吸収される材料はどれか。（2択）

- a. β -リン酸三カルシウム
- b. ポリ乳酸
- c. アルミナ
- d. シルク
- e. ニッケルチタン合金

正解：a, b

解説： β -リン酸三カルシウムはバイオアクティブガラスと呼ばれ、生体内で分解され

易い。ポリ乳酸(PLA)はオキシ酸(OH基とCOOH基を有する酸)がエステル結合した脂肪族ポリエステルで結晶化し難いため生体内の酵素により比較的早く加水分解する。

参照：「医用材料工学」(コロナ社) p. 11 医用無機材料(バイオセラミックス)、p. 17-18 医用高分子材料(ポリエステル)

分野別：③無機・金属材料、④有機材料

25AM89 生分解性を有する高分子はどれか。

1. ポリ塩化ビニル
2. ポリエチレン
3. ポリプロピレン
4. ポリスルホン
5. ポリグリコール酸

正解：5

解説：グリコール酸や乳酸は分子の中にヒドロキシ基(-OH)とカルボキシ基(-COOH)を持つので、分子間でエステル結合を形成して高分子を形成できる。これらの高分子はベンゼン環を持たないため加水分解されやすい。医用生分解ポリマーとして利用されているものは、この性質を生かしたものである。

参照：「医用材料工学」(コロナ社) p. 8 第2章医用材料の種類、p. 13 2.3 医用高分子材料

分野別：④有機材料

25PM90 アクリル系材料の医療における用途で正しいのはどれか。(3択)

- a. コンタクトレンズ
- b. 透析膜
- c. 歯科充填剤
- d. 膜型人工肺
- e. バルーンカテーテル

正解：a, b, c

解説：医療用のアクリル系材料にはメタクリル酸($\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOH}$)を主成分とするものが多い。透明度が高く、硬い、容易に重合できる、生体適合性が良い、立体規則性がかえると水や溶質を透過できる等の優れた性質を有するので医療用の用途は多岐にわたる。

参照：「医用材料工学」(コロナ社) p. 13 医用高分子材料、p. 19 ポリメタクリル酸メチ

ル、第3章医用材料の応用、p. 46 人工腎臓、p. 53 膜型人工肺、p. 56 カテーテル
分野別：④24AM90 コラーゲンで正しいのはどれか。

1. 結合組織中に存在する。
2. 骨中には存在しない。
3. 血小板とは結合しない。
4. 生体内では低分子として存在する。
5. 球状タンパク質である。

正解：1

解説：コラーゲンは代表的な動物由来の生体高分子で繊維状タンパク質。細胞外マトリックスの主成分。コラーゲンは骨の主成分。コラーゲンの持つ特別なアミノ酸配列は血小板との結合性が高く血液凝固に関連する。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 22 2. 4. 1 コラーゲン、p. 32 硬組織代替材料 p. 68 血栓系正反応

分野別：④有機材料

24PM90 生物由来の材料はどれか。

1. ポリテトラフルオロエチレン
2. セルロース
3. ナイロン
4. バイオガラス
5. パイロライトカーボン

正解：2

解説： β -グルコースが1位と4位で結合する β （1 $\rightarrow$ 4）グルコース結合からセルロースができる。植物の細胞膜成分である。1) ポリテトラフルオロエチレンと 3) ナイロンは合成高分子材料。4) バイオガラスと 5) パイロライトカーボンは無機材料。

参照：p8 医用材料の種類、p. 21 生体由来材料、p. 157 天然高分子材料

分野別：④有機材料

22PM90 体内埋込後に分解されやすい材料はどれか。（2択）

- a. ポリグリコール酸
- b. ポリ乳酸
- c. ポリスチレン
- d. ポリメチルメタクリレート

e. ポリエチレンテレフタレート

正解：a, b

解説：ポリグリコール酸(PGA)とポリ乳酸(PLA)ともにオキシ酸(OH基とCOOH基を有する酸)がエステル結合した脂肪族ポリエステルで結晶化し難いため生体内の酵素により比較的早く加水分解する。ポリエチレンテレフタレートもフタル酸とエチレングリコールからのエステル化合物であるが、ベンゼン環を有するため生体内酵素による加水分解速度はきわめて遅い。教科書の付録にポリスチレン(3)、ポリメチルメタクリレート(6)などビニル基が付加重合した炭化水素鎖は加水分解を受け難い。

参照：「医用材料工学」(コロナ社) p. 17-18 医用高分子材料(ポリエステル)

分野別：④有機材料

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

17PM86 生物由来材料はどれか。

1. ポリテトラフルオロエチレン
2. セルロース
3. ナイロン
4. バイオガラス
5. パイロライトカーボン

正解：2

解説：2) β -グルコースが1位と4位で結合する β （1 $\rightarrow$ 4）グルコース結合からセルロースができる。植物の細胞膜成分である。1) ポリテトラフルオロエチレンと 3) ナイロンは合成高分子材料。4) バイオガラスと 5) パイロライトカーボンは無機材料。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p8 医用材料の種類、p. 157 天然高分子材料

分野別：④有機材料

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應用されているか覚えやすい。

有機材料の医療應用。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（医用材料の應用）

分野別：②組み合わせ、④有機材料

17PM88 生体内で吸収されない材料はどれか。（3 択）

- a. 高密度ポリエチレン
- b. ポリグリコール酸

- c. カットガット
- d. ポリプロピレン
- e. ポリメチルメタクリレート

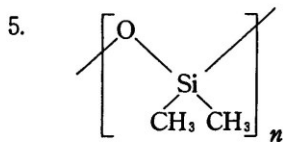
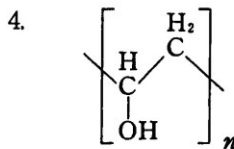
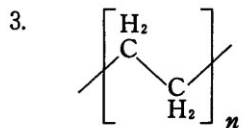
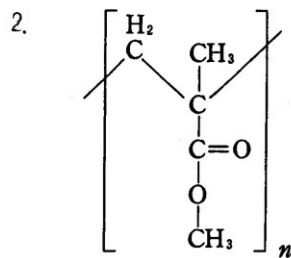
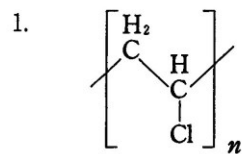
正解：a, d, e

解説：a～e は高分子材料である。この中で生体内で吸収される材料は生分解ポリマーに分類されておりエステル結合を有するポリグリコール酸やカットガットのような生体由来の材料がある。

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

分野別：④有機材料

16PM85 ポリメチル酸メチル（アクリル樹脂）はどれか。



正解：2

解説：1) ポリ塩化ビニル、2) ポリメチル酸メチル（ポリメチルメタクリレート）、3) ポリエチレン、4) ポリビニルアルコール、5) シリコーン（ポリジメチルシロキサン）

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 19 ポリメタクリル酸メチル p. 149 高分子の合

成と高分子材料 p. 170 付録、p. 147 有機化合物の一般的な命名法

分野別：④有機材料

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

15PM85 有機材料はどれか。（3 択）

- a. ハイドロオキシアパタイト
- b. ポリエチレン
- c. コラーゲン
- d. 再生セルロース
- e. パイロライトカーボン

正解：b, c, d

解説：有機材料とは、炭素を含む化合物を称している。ただし、一酸化炭素、二酸化炭素及び炭酸塩は含まない。合成高分子材料やセルロースやコラーゲンなどの生体由来材料は有機材料である。パイロライトカーボンなど炭素のみの材料は、無機材料となる。

a) ヒドロキシアパタイトは生体の骨や歯の主成分であり、組成式 $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ 非金属無機材料医用材料としては乾式合成（リン酸カルシウムと炭酸カルシウムから）と湿式合成法（硝酸カルシウムとリン酸水素アンモニウム）から作られる。b) ポリエチレンは代表的な合成高分子。c) コラーゲンは代表的な動物由来の生体高分子で、細胞外マトリックスの主成分。細胞の接着基質（足場）としてハイブリッド型人工臓器に利用されている。d) 再生セルロースは代表的な植物由来の生体高分子で、植物の細胞膜の主成分（7. 4. 3. 2 参照）。水に難溶であるが銅-アンモニア溶液に可溶化でき、キュプロファン（透析膜）の原料。e) 無機材料は非有機化合物、すなわち非炭素化合物からつくられる

が、炭素（カーボン）のみからなる材料は無機材料となる。メタンなどの炭化水素を不活性ガス中において熱分解することによりつくられる熱分解性カーボン（商品名：パイロライト）は、抗血栓性、耐摩耗性に優れており、人工心臓弁の可動部分などに用いられている）。

参照：「医用材料工学」（コロナ社） p. 13 医用高分子材料、 p. 21 生体由来医用材料、
p141 有機材料

分野別：④有機材料

13PM89 ゴム状弾性を示す材料はどれか。

1. ポリプロピレン
2. 高密度ポリエチレン
3. ポリスルホン
4. ポリカーボネート
5. ポリウレタン

正解：5

解説：ゴム状弾性を示すためには、分子鎖（セグメント）が十分に熱運動していることと、適度な編目構造という二つの条件が満たされることが必要である。ポリウレタンは、ウレタン結合を有するポリマーの総称であるが、その組成により、繊維、プラスチックおよびゴムとなる。他の材料は、繊維あるいはプラスチックとして用いられている。分子内に架橋構造が必要である。

参照：「医用材料工学」（コロナ社） p. 13 医用高分子材料、 p. 16 ポリウレタン

分野別：④有機材料

11PM88 高分子材料の製造に用いられる方法はどれか。（3 択）

- a. 合成
- b. 圧延
- c. 焼結
- d. 重合
- e. 縮合

正解：a, d, e

解説：高分子材料の製造は主に反応性の高いモノマー（単量体）の結合によりポリマーを合成することに基づく。これを重合と呼び、重合の際に、水などの小分子化合物が除かれ重合が行われることを縮合と呼ぶ。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 149 高分子の合成と高分子材料

分野別：④有機材料

7AM69 多数の分子が脱水縮合してできるのはどれか。

1. 天然ゴム
2. ポリエチレン
3. セルロース
4. ポリプロピレン
5. ポリスチレン

正解：3

解説：天然ゴムはイソプレン、ポリエチレンはエチレン、ポリプロピレンはプロピレン、ポリスチレンはスチレンが付加重合した高分子ある。セルロースは D-グルコースの 1 位と 4 位の水酸基から水が 1 分子除かれた構造が繋がった天然高分子である。この β (1 → 4) グリコシド結合で約 15000 残基にも及ぶ。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 13 医用高分子材料、 p. 151 縮合重合による合成繊維・合成樹脂・合成ゴム

分野別：④有機材料

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質の一種である
- 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

4AM69 プラスチック副資材のうち機械的強度を増すために使用されるのはどれか。(2 択)

- a. 可塑剤
- b. ガラス繊維
- c. ガラス球
- d. 充填剤
- e. 安定剤

正解：b, c

解説：高分子材料は、特性の改質や機械的強度の向上のため、各種の副資材を添加している。その副資材により、材料の性質は大きく異なり、生体適合性も影響を受ける。特性の改良には、可塑剤、安定剤、充填剤、硬化剤、着色剤などがあり、機械的強度の向上のためには、ガラス球、ガラス繊維、グラファイト、炭素繊維などが用いられている。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 14 表 2. 7

分野別：④有機材料

4AM71 バイオプラスチックとしてのコラーゲンの用途で一般的なのはどれか。

- 1. 人工弁
- 2. 人工尿道
- 3. 人工皮膚
- 4. 人工肺
- 5. 人工関節

正解：3

解説：コラーゲンは、結合組織を構成する主要タンパク質であるため、軟組織代替材料として優れた特性を有しており、人工皮膚や軟組織注入材として広く用いられている。また、最近では、再生医療における足場材料として着目されている。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 22 コラーゲン

分野別：④有機材料

3AM65 高分子重合体でないのはどれか。(2 択)

- a. ランダム重合体
- b. テトロン重合体
- c. タンタル重合体

- d. ブロック重合体
- e. グラフト重合体

正解：b, c

解説：複数種のモノマーが重合体を形成する際の構造様式を問う問題である。例えば、単量体が A、B とすると、ランダム重合体では AABBBAB・・・と規則性が無く重合する。

AAAAABBBBBBAAAAA・・・とそれぞれの単量体からなる重合体が繋がった形がブロック重合体であり、

AAAAAAAAA

B

B

B

枝のように側鎖を伸ばす重合体をグラフと重合体と呼ぶ。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 156 共重合

分野別：④有機材料