

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/無機・金属材料（旧③）

36AM89 不動態について正しいのはどれか。（3 択）

- a. チタン合金に形成される。
- b. ステンレス鋼に形成される。
- c. 酸化被膜である
- d. 形状記憶効果を示す。
- e. 熱硬化性を持つ。

正解：a, b, c

解説：不動態とは金属方面に形成される酸化被膜であり、外界との隔壁となり腐食の進行が極めて遅くなる。イオン化傾向の高い金属でも不動態となり易い金属と合金を作ることにより、耐腐食性を得ることができる。不動態になり易い金属として以下の金属があげられる。

Si, Ta, Zr, Ti, Cr, Sn, Co, Ni, Fe, Al, Pb

←不動態になり易い

ステンレス鋼には Cr が含まれており酸化クロムの被膜がステンレス鋼を腐食から守る。

参照：「医用材料工学」（コロナ社） p.128 7 章 7.2.2 金属の性質

分野別：③無機・金属材料

35AM90 生体活性材料はどれか。（2 択）

- a. アルミナ
- b. ジルコニア
- c. リン酸三カルシウム
- d. バイオガラス
- e. パイロライトカーボン

1. a, b 2. a, e 3. b, c 4. c, d 5. d, e

正解：c, d

解説：医用無機材料は、骨との結合性から生体活性材料と生体不活性材料に分類される。硬組織の無機成分は、リン酸カルシウムの結晶体であるヒドロキシアパタイトが主であるため、リン酸カルシウム系材料は結合が可能となり、生体活性となる。リン酸カルシウムを含有しない材料は、生体不活性となる。

参照：「医用材料工学」（コロナ社） p.11 医用無機材料、p.135 7.3.2 無機材料の種

類と性質

分野別：③無機・金属材料

34PM90 形状記憶機能をもつのはどれか。

1. ニッケル-チタン合金
2. パイロライトカーボン
3. ステンレス
4. チタン-アルミニウム-バナジウム合金
5. コバルト-クロム合金

正解：1

解説：1. 「医用材料工学」（コロナ社）p. 記憶合金の代表がニッケル-チタン合金である。2. パイロライトカーボンはセラミックスである。3. ステンレス鋼は、手術器具や人工関節等に用いられているが形状記憶合金ではない。研削や溶接が可能であり、加工性に優れている。4. チタン-アルミニウム-バナジウム合金は比強度（強さ/比重）が大きく、耐腐食性が優れていることから体内埋め込み用材料として用いられている。5. コバルト-クロム合金はバイタリウムという商品名で知られ、耐腐食性、耐摩耗性が良く人工関節の骨頭部に用いられているが、形状記憶合金ではない。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 8 医用金属材料、p. 126 金属材料

分野別：③無機・金属材料

30PM89 生体組織と強く結合して一体化する性質をもつ医用材料はどれか。

1. 酸化チタン
2. ハイドロキシアパタイト
3. 親水性ポリマー
4. ニッケル-チタン合金
5. セルローストリアセテート

正解：2

解説：生体組織と一体化するか否かを問う問題は稀である。答えとしては2のハイドロキシアパタイトで、骨組織と強く結合し一体化できる生体活性材料の分類に属する。ハイドロキシアパタイトは骨の成分であるが医用材料として合成したハイドロキシアパタイトとは厳密に言えば組成が若干異なるので、吸収はされないが骨新生を促し一体化すると考えられる。

参照：教科書「医用材料工学」（コロナ社）p. 12

分野別：③無機・金属材料

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

26AM90 感作性の強い金属はどれか。(3択)

- a. 銀
- b. 白金
- c. カドミウム
- d. クロム
- e. ニッケル

正解：c, d, e

解説：金属はイオンの状態で毒性を発揮するが、その中でもカドミウム、クロムは古くからその毒性が知られている。ニッケルはアレルギー反応も起こすことがわかってきており近年はニッケルフリーの材料開発が進められている。

参照：金属バイオマテリアル(塙 隆夫、米山隆之共著、コロナ社)、第6章金属材料は人体に安全か、p. 78

分野別：③無機・金属材料

23PM90 無機材料系の医用材料について正しいのはどれか。(3択)

- a. ハイドロキシアパタイトはカルシウムを含む。
- b. アルミナはセラミックである。

- c. パイロライトカーボン は人工肝臓用吸着剤である。
- d. チタン は感作性が高い。
- e. ニッケルチタン合金 は血管用ステントに用いられる。

正解： a, b, e

解説： ヒドロキシアパタイト $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ は脊椎動物の骨や歯の無機成分でカルシウムを含む。アルミナ Al_2O_3 アルミニウムの酸化物でセラミックである。パイロライトカーボンは熱分解性炭素と呼ばれ人工弁の弁葉の材料として用いられている。チタンは表面に安定した酸化被膜を形成し易く、イオン化し難く感作性は低い。ステントは自己拡張とバルーン拡張型があり、超弾性合金のニッケルチタン合金は前者。

参照：「医用材料工学」(コロナ社) p. 8-13 医用金属材料、医用無機材料、p. 32-36 硬組織代替材料、p. 39-42 ステント、人工弁、p. 126-141 金属材料、無機材料

分野別： ③無機・金属材料

20PM90 金属の腐食について正しいのはどれか。(3 択)

- a. 医療現場では湿腐食が主である。
- b. 鉄は腐食する際に電子を放出する。
- c. 鉄より貴金属の方が腐食しやすい。
- d. 白金のイオン化傾向は水素よりも大きい。
- e. チタンは酸化被膜を形成しやすい。

正解： a, b, e

解説：

a) 湿腐食は金属と液体の接触により起こる。体液や輸液など医療現場では使用する機器の金属部分が液体に接触する頻度が高い。b) 酸化剤(例えば、水中では水素イオンや溶存酸素)が鉄表面で還元され(即ち、電子をもらう)、その分、鉄は電子を放出してイオン化する(酸化する)。c) 金属の腐食のし易さは、金属のイオン化傾向による(一部の例外を除き)。鉄のイオン化傾向は貴金属にくらべ大きい。d) イオン化傾向は水素を基準とした相対的な大きさであるが、貴金属はすべて水素よりイオン化傾向の低い金属に属している。e) チタンはイオン化傾向が大きい酸化被膜を作り易いため、腐食を受け難い。

参照：「医用材料工学」(コロナ社) p. 127 (1) 金属の化学的性質、p. 128 表 7.4 金属のイオン化傾向、表 7.5 金属の不動態へのなり易さ

分野別： ③無機・金属材料

19PM88 感作性の強い金属はどれか。(3択)

- a. クロム
- b. コバルト
- c. 水 銀
- d. チタン
- e. SUS316ステンレス鋼

正解 : a, b, c

解説 : 金属の感作性とは溶出(イオン化)による組織変性、即ち変性タンパクに対する抗体産生と考えられる。d)チタンはイオン化しやすい金属であるが空気中で強固な酸化被膜(不働態)を形成し、体内でも安定である。e)SUS316 は医用の特殊鋼である。Crを16~18%含む合金であるが、感作性は低い。a)Cr、b)CoはCo-Cr合金として医用材料として用いられているが、純物質では生体に対する感作性がある?ようである。c)水銀は錫などとアマルガムを形成して歯科用充填材料としてもちいられたが(現在、日本では使用されていない)。細胞毒性が認められている。

参照 : 金属バイオマテリアル(塙 隆夫、米山隆之共著、コロナ社)、第6章金属材料は人体に安全か。p. 78

分野別 : ③無機・金属材料

18PM86 金属材料の特徴について誤っているのはどれか。(2 択)

- 1. コバルトクロム合金は長期の生体内埋植に適している。
- 2. ステンレス鋼は加工性に優れている。
- 3. チタンはステンレス鋼よりも弾性率が大きい。
- 4. ニッケルチタン合金には形状記憶効果がある。
- 5. 白金は耐食性に優れている。

正解 : 3

解説 : 1)コバルトクロム合金は、医用金属の代表であり、長期の生体適合性を示す。2)ステンレス鋼は、研削や溶接が可能であり、加工性に優れている。3)チタンは、ステンレス鋼に比べれば弾性率が低い、医用材料の応用のためには十分な弾性率を有している。4)形状記憶合金の代表がニッケルチタン合金である。5)金や白金は錆にくい、ため、歯科材料に使われている。

参照 : 「医用材料工学」(コロナ社) p. 8 医用金属材料、p. 126 金属材料

分野別 : ③無機・金属材料

15PM90 人体内に長期埋植するのに適さない材料はどれか。

1. アルミニウム合金
2. チタン合金
3. 白金
4. コバルトクロム合金
5. アルミナ

正解：1

解説：1) アルミニウム合金は、生体内での耐腐食性が不十分であり、用いられていない。

2) チタン合金と 4) コバルトクロム合金は、代表的な医用金属材料であり、人工関節等に用いられている。3) 白金は、使用量はわずかであるが、歯科用材料として用いられている。5) アルミナは代表的な医用無機材料であり、長期埋植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. 8 医用金属材料、p. 11 医用無機材料、 p. 27 非観的組織代替材料

分野別：③無機・金属材料

13PM85 金属系生体材料について誤っているのはどれか。（2 択）

- a. ニッケルはアレルギーの原因になることがある。
- b. ニッケルチタン合金は血管内ステントに用いられている。
- c. チタンはステンレス鋼に比べ加工性に優れている。
- d. SUS316 はニッケルクロム合金である。
- e. チタン合金は人工股関節に用いられる。

正解：c, d

解説：金属アレルギーの発症機序はまだ十分に明らかではないが、金属イオンが生体タンパク質と結合し、アレルギーとなるものと考えられている。各種の金属のうち、a) ニッケルはアレルギーを起こしやすい。b) ステント材料はステンレス鋼（SUS316）が主であるが、ニッケルチタン合金も使われている。c) チタンは酸素と結合しやすく、大気中での casting が不可であり、また硬いため加工性が悪い。d) SUS 3 1 6 はステンレス鋼である。e) チタン合金は、人工股関節に広く用いられている。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p8 医用金属材料

分野別：③無機・金属材料

13PM87 バイオイナート（生体不活性）なセラミクスはどれか。（3 択）

- a. ハイドロオキシアパタイト

- b. バイオガラス
- c. パイロライトカーボン
- d. アルミナ
- e. ジルコニア

正解 : c, d, e

解説: 医用無機材料は、骨との結合性から生体活性材料と生体不活性材料に分類される。硬組織の無機成分は、リン酸カルシウムの結晶体であるハイドロオキシアパタイトが主であるため、リン酸カルシウム系材料は結合が可能となり、生体活性となる。リン酸カルシウムを含有しない材料は、生体不活性となる。

参照: 「医用材料工学」(コロナ社) p. 11 医用無機材料、p. 135 無機材料の種類と性質
分野別: ③無機・金属材料

12PM87 ハイドロオキシアパタイトについて正しいのはどれか。(3 択)

- a. 骨充填剤である
- b. 生体とは反応しない
- c. 超弾性をもつ
- d. 金属にコーティングできる
- e. カルシウムを含む

正解 : a, d, e

解説: ハイドロオキシアパタイトは、リン酸カルシウムの一つの結晶形態で、骨を構成する無機成分は、類似の構造であるため、ハイドロオキシアパタイトは骨との結合することが可能である。そのため生体活性材料と呼ばれており、骨の充填剤など硬組織埋植材料として用いられている。人工関節や人工歯根では、骨との結合性を高めるため、金属表面にコーティングして用いられている。

参照: 「医用材料工学」(コロナ社) p. 11 医用無機材料、p. 138 ハイドロオキシアパタイト
分野別: ③無機・金属材料

11PM90 生体活性型セラミクスはどれか。(3 択)

- a. ジルコニア
- b. アルミナ
- c. ハイドロオキシアパタイト
- d. バイオガラス
- e. リン酸カルシウム

正解 : c, d, e

解説: 医用無機材料は、骨との結合性から生体活性材料と生体不活性材料に分類される。硬組織の無機成分は、リン酸カルシウムの結晶体であるヒドロオキシアパタイトが主であるため、リン酸カルシウム系材料は結合が可能となり、生体活性となる。リン酸カルシウムを含有しない材料は、生体不活性となる。

参照: 「医用材料工学」(コロナ社) p. 11 医用無機材料、p. 135 無機材料の種類と性質
分野別: ③無機・金属材料

10PM90 セラミックスはどれか。(3 択)

- a. コバルトクロム
- b. ジュラルミン
- c. アパタイト
- d. アルミナ
- e. ジルコニア

正解 : c, d, e

解説: セラミックスとは、焼結などにより成形された固体無機材料を意味している。医用無機材料は、ほとんどが固体材料のため、バイオセラミックスとも呼ばれている。コバルトクロムとジュラルミンは金属材料であり、その他はバイオセラミックスである。なお、アパタイトは、ヒドロオキシアパタイトを意味しているものと思われる。

参照: 「医用材料工学」(コロナ社) p. 11 医用無機材料、p. 134 無機材料
分野別: ③無機・金属材料

9PM88 生体材料としての形状記憶合金の特性はどれか。(2 択)

- a. 形状記憶性
- b. 抗血栓性
- c. 耐摩耗性
- d. 耐腐食性
- e. 超弾性

正解 : a, e

解説: 医用材料の分野では、Ti-Ni 合金が形状記憶合金として用いられている。形状記憶性と弾性率が高いのが特徴である。抗血栓性は有していない。耐摩耗性は、特段に優れているとはいえない。耐腐食性は十分に優れており、歯科矯正ワイヤーとして用いられている。しかし、この問題の解答は、5 種類の組み合わせからの選択方式であり、形

状記憶性と超弾性は除くことができないため、2) a, e が解答になるか考える。

参照：「金属バイオマテリアル」（塙隆夫、米山隆之共著、コロナ社）p. 42 チタン・ニッケル合金

分野別：③無機・金属材料

8PM87 パイロライトカーボンについて誤っているのはどれか。（2 択）

- a. 熱分解炭素である
- b. 人工弁に用いられる
- c. 生体適合性合金である
- d. 人工肝臓用吸着剤である
- e. バイオイナート（生体不活性）である

正解：c, d

解説：パイロライトカーボンは熱分解性カーボンの商品名である。耐摩耗性に優れており、人工弁材料として用いられている。炭素のみからなる物質であるため、無機材料であり、合金ではない。骨と結合しないため、生体不活性な無機材料に分類される。活性炭は吸着材として用いられているが、熱分解性カーボンは、多孔性構造ではないため、吸着性能は低く、吸着材には用いられない。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 12 カーボン、p. 138 パイロライトカーボン

分野別：③無機・金属材料

7AM66 医用ステンレス鋼にモリブデンが含まれる理由として正しいのはどれか

- 1. 絶縁性を高めて電氣的性質を強化する
- 2. 加工性を高めて機械的性質を強化する
- 3. 耐熱性を高めて物理的性質を強化する
- 4. 反射性を高めて光学的性質を強化する
- 5. 耐食性を高めて化学的性質を強化する

正解：5

解説：ステンレス鋼は、鉄にクロムを 12%以上添加した鉄合金の総称であり、医用ステンレス鋼は、クロム含有率が 16%以上で、モリブデンも添加された SUS316 L である。モリブデンの添加により、耐食性が向上する。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 9 ステンレス鋼、p. 130 ステンレス鋼、p. 133 表 7. 6

分野別：④無機・金属材料

7AM67 ハイドロキシアパタイトの主成分の一つとして正しいのはどれか

1. Fe
2. Ca
3. Na
4. K
5. Si

正解：2

解説：ハイドロキシアパタイトは、ヒドロキシアパタイトとも呼ばれ、 $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ の組成式で表される物質である。リン酸カルシウムの一つの結晶形態であり、医用無機材料として、広く用いられている。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 12 ヒドロキシアパタイト、p. 138 ヒドロキシアパタイト、p. 139 ヒドロキシアパタイトの構造

分野別：④無機・金属材料

6AM69 医用セラミックスの用途として適切なのはどれか。（2 択）

- a. コンタクトレンズ
- b. 人工食道
- c. 大動脈バルーンカテーテル
- d. 人工歯根
- e. 人工骨頭

正解：d, e

解説：セラミックスとは、焼結などにより成形された固体無機材料を意味している。医用無機材料は、ほとんどが固体材料のため、バイオセラミックスとも医用セラミックスとも呼ばれている。現在の医用セラミックスは、機械的強度、耐摩耗性、骨結合性、生体安定性などの性質を利用した応用分野、すなわち硬組織埋植材料や人工弁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. 11 医用無機材料

分野別：③無機・金属材料

5AM68 医用セラミックスの用途として適切なのはどれか。（2 択）

- a. 人工歯根
- b. 人工骨頭

- c. 人工食道
- d. コンタクトレンズ
- e. 静脈カテーテル

正解：a, b

解説：セラミクスとは、焼結などにより成形された固体無機材料を意味している。医用無機材料は、ほとんどが固体材料のため、バイオセラミクスとも医用セラミクスとも呼ばれている。現在の医用セラミクスは、機械的強度、耐摩耗性、骨結合性、生体安定性などの性質を利用した応用分野、すなわち硬組織埋植材料や人工弁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. 11 医用無機材料

分野別：③無機・金属材料

4AM70 バイオセラミックスのうち生体不活性なのはどれか。（2 択）

- a. ハイドロキシアパタイト
- b. バイオガラス
- c. アルミナ
- d. ジルコニア
- e. リン酸三カルシウム

正解：c, d

解説：医用無機材料は、骨との結合性から生体活性材料と生体不活性材料に分類される。硬組織の無機成分は、リン酸カルシウムの結晶体であるヒドロキシアパタイトが主であるため、リン酸カルシウム系材料は結合が可能となり、生体活性となる。リン酸カルシウムを含有しない材料は、生体不活性となる。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 11 医用無機材料、p. 135 無機材料の種類と性質

分野別：③無機・金属材料

2AM69 医用セラミクスの用途として適切なのはどれか。（2 択）

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

正解：a, b

解説：セラミクスとは、焼結などにより成形された固体無機材料を意味している。医用無機材料は、ほとんどが固体材料のため、バイオセラミクスとも医用セラミクスとも呼ばれている。現在の医用セラミクスは、機械的強度、耐摩耗性、骨結合性、生体安定性などの性質を利用した応用分野、すなわち硬組織埋植材料や人工弁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. 11 医用無機材料、p. 135 無機材料の種類と性質
分野別：③無機・金属材料

1AM64 医用セラミクスの用途として適切なのはどれか。（2 択）

- a. 人工骨頭
- b. 人工歯根
- c. 人工肺
- d. ソフトコンタクトレンズ
- e. 人工血管

正解：a, b

解説：セラミクスとは、焼結などにより成形された固体無機材料を意味している。医用無機材料は、ほとんどが固体材料のため、バイオセラミクスとも医用セラミクスとも呼ばれている。医用セラミクスは、機械的強度、耐摩耗性、骨結合性、生体安定性などの性質を利用した応用分野、すなわち硬組織埋植材料や人工弁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. 11 医用無機材料
分野別：③無機・金属材料