

2015 年度日本顕微鏡学会電子顕微鏡二級技士技術認定試験問題

問 1. 大きさの順で正しいのはどれか。

1. リボソーム<ウイルス<ゾウリムシ<ミトコンドリア
2. リボソーム<ウイルス<ミトコンドリア<ゾウリムシ
3. ウイルス<リボソーム<ミトコンドリア<ゾウリムシ
4. ウイルス<リボソーム<ゾウリムシ<ミトコンドリア
5. リボソーム<ミトコンドリア<ウイルス<ゾウリムシ

問 2. 最も直径が小さいものはどれか。

1. 微小管
2. アクチンフィラメント
3. 核膜孔
4. ペルオキシソーム
5. 鞭毛

問 3. 動物細胞で正しいのはどれか。

- A. 小胞体は膜総量の半分以上を占めている
 - B. ミトコンドリアの内膜には ATP 合成に関与する酵素が存在する
 - C. ゴルジ装置はトランス側が形成面といわれる
 - D. ライソソームには塩基性領域で活性を持つ酵素が多く含まれる
1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 4. 植物細胞で正しいのはどれか。

- A. 細胞小器官の中でミトコンドリアと色素体にだけ DNA が存在する
 - B. ミトコンドリアと葉緑体で ATP が合成される
 - C. 二次代謝産物の蓄積や細胞の膨圧の維持において液胞が関与する
 - D. リグニンやスベリンの沈着などにより肥厚した一次細胞壁を形成する
1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 5. 二重の生体膜を持つ細胞小器官はどれか。

- A. 小胞体
 - B. 葉緑体
 - C. ミトコンドリア
 - D. ペルオキシソーム
1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 6. 固定剤で正しいのはどれか。

- A. グルタルアルデヒド 1 分子には二つのアルデヒド基がある
 - B. 過マンガン酸カリウムはリボソームを固定できない
 - C. 四酸化オスミウムはリン脂質を固定できない
 - D. 通常、弱酸性で使用する
1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 7. 4%ホルムアルデヒド/0.1Mリン酸緩衝液(pH 7.2)を200ml作製する手順で正しいのはどれか。

- A. パラホルムアルデヒド 8g を量りとり、蒸留水を約 90 ml 加える
 - B. 0.2Mリン酸緩衝液を 100 ml 加える
 - C. 蒸留水を加えて 100 ml にする
 - D. 1N NaOH を適量加え、パラホルムアルデヒドを溶解させる
 - E. 60~70°C に加温しながら攪拌する
1. ABCDE 2. ACDBE 3. ADBEC
4. AEDCB 5. AEBDC 6. ACBDE

問 8. 揮発性が高くガス固定としても使用できる固定剤はどれか。

- A. グルタルアルデヒド
 - B. タンニン酸
 - C. 四酸化オスミウム
 - D. アクロレイン
1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 9. 四酸化オスミウム水溶液の調製で正しいのはどれか。

- A. 調製はドラフト内で行い、保護眼鏡や手袋を使用する
 - B. 結晶から調製する際、アンブルを洗剤またはアセトン等で洗浄する
 - C. 不純物の混入があると溶液が淡黄色に変わる
 - D. 調製後は室温で保存する
1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 10. 四酸化オスミウムで正しいのはどれか。

1. 蒸気は無毒である
2. 常温では淡黄またはほとんど無色の針状結晶である
3. 純水に溶解すると溶液はアルカリ性になる
4. 強力な還元剤である
5. 組織への浸透性は良い

問 11. 正しいのはどれか。

- A. 脱水を充分に行うには試料をできるだけ大きくする
 - B. 試料の収縮を防ぐには高濃度の脱水剤を最初から使用する
 - C. アセトンで脱水した場合、置換剤を経ずにエポキシ樹脂に包埋できる
 - D. 低濃度のエタノールで脱水する際は低温で行う
1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 12. 正しいのはどれか。

- A. 脱水剤の分子量が小さいほど脱水は速い
 - B. アクリル系樹脂で包埋するときはアセトンで脱水するとよい
 - C. 脱水中に最も流出しやすいのはタンパク質である
 - D. 脱水中にブロック染色すると脂質が溶出しにくくなる
1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 13. 包埋剤で正しいのはどれか。

- A. エポキシ系樹脂は重合時の収縮が大きい
 - B. アクリル系樹脂は紫外線重合ができる
 - C. アクリル系樹脂は酸素の存在下で重合できる
 - D. メタクリレート系樹脂は重合時の収縮が大きい
1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 14. 低温で紫外線を用いて重合できる樹脂はどれか。

- A. Lowicryl K4M
 - B. Epon 812
 - C. アラルダイト系樹脂
 - D. LR White
1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 15. 切片や支持膜との接着性を高めるグリッドの処理はどれか。

- A. 温める
 - B. カーボン蒸着する
 - C. グロー放電照射する
 - D. ネオプレンゴムのトルエン溶液を滴下する
1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 16. 樹脂切片の干渉色で、紫、灰、青、銀、金のうち、切片厚が2番目に薄いものはどれか。

1. 紫
2. 灰
3. 青
4. 銀
5. 金

問 17. 薄切された切片が切削方向に圧縮される原因はどれか。

- A. 試料ブロックの締め付けがゆるい

- B. ナイフの逃げ角が小さい
- C. 切削速度が速い
- D. ナイフが鋭利でない

1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 18. 超薄切片にチャターが起こる原因はどれか。

- A. ナイフの刃角が小さい
- B. ナイフの逃げ角が小さい
- C. 薄切面が大きい
- D. 切削速度が速い

1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 19. 薄切の際に試料ブロック面が濡れる原因として正しいのはどれか。

- A. 薄切面の面積が小さい
- B. 切削速度が速い
- C. ナイフ背面に水が付着している
- D. ポートの液面が高すぎる

1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 20. 電子染色で正しいのはどれか。

- A. 四酸化オスミウムは固定剤であるが染色剤でもある
- B. 鉛染色は主に核質を染める
- C. 鉛染色は10分以上行うのがよい
- D. 鉛塩は二酸化炭素と反応して沈殿を生じることがある

1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 21. 切片染色に用いる飽和酢酸ウラニル水溶液で正しいのはどれか。

- A. 溶解度（飽和度）は20°Cで20%である
- B. 1ヶ月前に作製したものは染色性が低下する
- C. 使用済み染色液は、回収して繰り返し使用できる
- D. 使用時にフィルターでろ過すると、試料汚染を防ぐのに有効である

1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 22. 準超薄切片作製で正しいのはどれか。

- A. 浸漬固定をした試料は中心部の切片を作製する
- B. 固定の良好な部位は染色液で淡染される
- C. 厚さ0.5-1.5 μ m程度の切片を作製する
- D. 切片をスライドガラス上の水滴に浮かべ加熱して貼りつける

1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 23. 準超薄切片でよく使用される染色剤はどれか。

- A. トルイジンブルー
- B. ヘマトキシリン
- C. エオシン
- D. メチレンブルー

1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 24. 透過電子顕微鏡の操作で正しいのはどれか。

- A. 高倍率で焦点を合わせれば倍率を下げてもそのまま撮影できる
- B. 高倍率で非点補正をすれば倍率を下げてもそのまま撮影できる
- C. 対物絞りの位置をかえても非点収差は変化しない
- D. 対物絞りの径を小さくすると像の散乱コントラストが高くなる

1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 25. デジタル画像ファイルの保存形式で正しいのはどれか。

- A. TIFF形式は可逆圧縮で保存できる
- B. JPEG形式は可逆圧縮で保存できる
- C. TIFF形式は画像を劣化させたくないときに使用する
- D. JPEGファイルのサイズは、同一画像のTIFFファイルよりも大きい

1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 26. 細胞構造とその指標酵素の組合せで正しいのはどれか。

- A. アルカリホスファターゼー核膜
- B. 5'-スクレオチダーゼーミトコンドリア

C. グルコース6-ホスファターゼー小胞体

D. 酸性ホスファターゼーライソソーム

1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 27. ペルオキシダーゼの検出法で使用する試薬はどれか。

- A. 水酸化ナトリウム
- B. クエン酸鉛
- C. 3,3'-ジアミノベンチジン
- D. 過酸化水素

1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 28. 免疫電顕法の包埋前染色法の手順で正しいのはどれか。

- A. 4%ホルムアルデヒド液で固定
- B. 1%四酸化オスミウム溶液で固定
- C. エポキシ樹脂包埋
- D. 超薄切片作製
- E. 免疫反応

1. ABCDE 2. ABCED 3. ABEC D

4. AEB CD 5. ACBDE 6. ACBED

問 29. 免疫電顕法の包埋後染色法で正しいのはどれか。

- A. 切片は銅グリッドに載せる
- B. 二重標識は不可能である
- C. 標識物質としてコロイド金が使用される
- D. LR White はエポキシ樹脂よりも抗原性の保持に優れている

1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 30. 免疫電顕法でコロイド金標識プロテインAを使用する場合、適した1次抗体はどれか。

- 1. IgM
- 2. IgG
- 3. Fab
- 4. F(ab)₂
- 5. Fc

問 31. 凍結技法で正しいのはどれか。

- A. 浸漬法の冷媒として液体窒素が適している
- B. 氷晶が大きくなると細胞の微細形態を破壊する
- C. 凍結速度が十分に速いとガラス状氷の状態が得られる
- d. 含水量が高いほど氷晶形成がおこりにくい

1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 32. 急速凍結法で正しいのはどれか。

- A. ガラス状氷とは、凍結試料中に氷晶がある状態である
- B. 無固定試料はグリセリン浸漬後に凍結する
- C. 金属圧着法では冷却した純銅を使用する
- D. 塩類濃度が高い試料では氷晶形成は起こりにくい

1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 33. オートラジオグラフィーで正しいのはどれか。

- A. α 線の飛程は β 線より短い
- B. 乳剤中の臭化銀粒子に放射性同位元素で潜像を形成させる
- C. 潜像は放射線のイオン化力が強いほどよく形成される
- D. 放射能活性が半分に減少する時間を減衰期という

1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 34. 金属コーティング膜で誤っているのはどれか。

- 1. 試料のチャージアップを防止する
- 2. 二次電子の発生効率を高める
- 3. 試料深部から二次電子を発生させる
- 4. 金、白金パラジウム、オスミウムなどを使用する
- 5. 電子線照射による試料損傷を軽減する

問 35. 走査電顕像で正しいのはどれか。

- A. 電子線の入射方向に対して試料表面が傾斜していると、二次電子の発生量が少なくなる
 B. 試料端（エッジ）や突起物は平坦な部分よりも明るくなり、高いコントラストを示す
 C. 原子番号が大きいほど、二次電子発生効率は小さくなる
 D. チャージアップ（帯電）は、試料表面を金属コーティングし導電性を良くすることで防ぐことができる

1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 36. 電子で正しいのはどれか。

- A. エネルギーが高いほど波長が短い
 B. 陽子の約2,000倍の質量をもつ
 C. 磁界中を移動する電子に働く力はブラッグの法則に従う
 D. エネルギーの違いは色収差の原因となる

1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 37. 電子銃で正しいのはどれか。

- A. 電界放出型電子銃は熱電子放出型電子銃より高真空環境を必要とする
 B. 陽極には正の高電圧が印加されている
 C. LaB₆陰極は室温で電子を放出させる
 D. ウェーネルト電極には負のバイアス電圧が印加される

1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 38. 透過電子顕微鏡の電子レンズで正しいのはどれか。

- A. 励磁電流が増加すると焦点距離は短くなる
 B. 第1コンデンサーレンズはスポットサイズの調整に使用される
 C. 対物レンズの像面に位置する絞りが対物絞りである
 D. 対物レンズの物面（試料面）に位置する絞りが制限視野絞りである

1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 39. 走査電顕試料作製法で正しいのはどれか。

- A. 帯電を防ぐために試料作製後に導電染色を行う
 B. 導電染色の効果として二次電子発生効率が向上する
 C. 金属コーティングの効果として二次電子発生効率が向上する
 D. コーティングの粒子は、金、金パラジウム、白金パラジウム、白金、カーボンの順に大きくなる

1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 40. 正しいのはどれか。

- A. 1気圧は760 Torrである
 B. 圧力は気体分子が壁に与える力の総和である
 C. 1気圧は10⁵ Barである
 D. 1気圧は約10⁵ Paである

1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 41. 抵抗加熱蒸着法で正しいのはどれか。

- A. シェドーイングに使用される
 B. 大気中で蒸発した物質を試料表面に付着させる方法である
 C. 金属蒸着ではタングステンフィラメントに蒸発用金属線を巻きつける方法がある
 D. 金属バスケットを用いて高融点金属を蒸着できる

1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 42. 正しいのはどれか。

- A. 回折収差はレンズをいかに改良しても取り除くことができない
 B. 回折収差を小さくするには小さな孔径の絞りを使用する
 C. 球面収差を小さくするには小さな孔径の絞りを使用する
 D. 対物レンズの球面収差は分解能にほとんど影響しない

1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 43. 正しいのはどれか。

- A. 非点収差は非点補正装置を使って補正する
 B. 非点収差は絞りの汚れや光軸の調整不良だけが原因である

C. 加速電圧の変動により色収差を生じる

D. 色収差の影響は電界放出型電子銃を使用しても軽減できない

1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 44. 透過電顕像のコントラストで正しいのはどれか。

- A. 加速電圧を高くすると散乱コントラストが低くなる
 B. 対物絞りの径を小さくすると散乱コントラストが高くなる
 C. 位相コントラストは焦点外れ量に依存しない
 D. 同じ物質であれば位相コントラストは試料の厚さに依存しない

1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 45. 電顕観察時の試料汚染の防止で正しいのはどれか。

- A. 鏡体をベーキングして真空をよくする
 B. Oリングには真空グリースを十分につける
 C. 可能な場合は試料の加熱乾燥等を行う
 D. 試料台は素手で触れてもよい

1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 46. 走査電顕像で正しいのはどれか。

- A. エッジコントラストを軽減するため二次電子を検出した
 B. 組成コントラストを得るため反射電子を検出した
 C. チャージアップの影響を軽減するため二次電子を検出した
 D. 試料表面の微細な形状を観察するため二次電子を検出した

1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 47. 写真フィルムで正しいのはどれか。

- A. 写真特性曲線の傾きが大きいほど感度が高い
 B. 乳剤層の厚さが薄いほど解像度は高い
 C. 写真作用は光化学反応によって生じる
 D. 乳剤層中に含まれる銀粒子が大きいほどコントラストは高い

1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 48. CCDカメラのデジタル画像で正しいのはどれか。

- A. デジタル画像の最小構成単位を画素（Pixel, ピクセル）という
 B. 画素サイズが大きいほどダイナミックレンジは狭くなる
 C. 1,024 × 1,024の記録媒体の総画素数は、約10万画素である
 D. 画素に入力した光情報は電気信号に変換されて出力信号となる

1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 49. 元素分析法で正しいのはどれか。

- A. エネルギー分解能はWDSよりEDSが高い
 B. EDSはWDSに比べプローブ電流を多くする
 C. 凹凸のある試料をEDSで分析した
 D. 絶縁物の分析を行う場合はカーボンなどを蒸着する

1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

問 50. 正しいのはどれか。

- A. 原子間力顕微鏡は試料内部構造の情報が得られる
 B. 共焦点レーザー顕微鏡像から三次元立体構造の構築ができる
 C. 走査トンネル顕微鏡は絶縁体試料の観察ができる
 D. 油浸対物レンズを用いると光学顕微鏡の分解能は向上する

1. AとB 2. AとC 3. AとD 4. BとC 5. BとD 6. CとD

2015 年度日本顕微鏡学会電子顕微鏡技術認定試験問題一級技士 I (生物)

問 1～問 6 は全問解答し、問 7～問 12 はその中から 4 問を選んで解答しなさい。なお、選択しなかった問の解答欄には、大きく × 印を記入しなさい。

【必須問題】

図 1. 図はラット肝臓の光顕写真（準超薄切片のトルイジンブルー染色）と電顕写真である。次の設問に答えなさい。光顕写真のスケールバーは 200 μm、電顕写真のスケールバーは 1 μm を示している。（10 点）

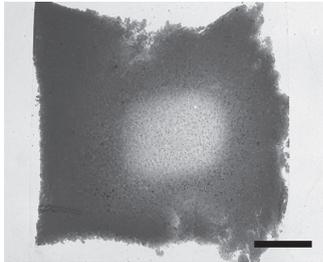


図 a

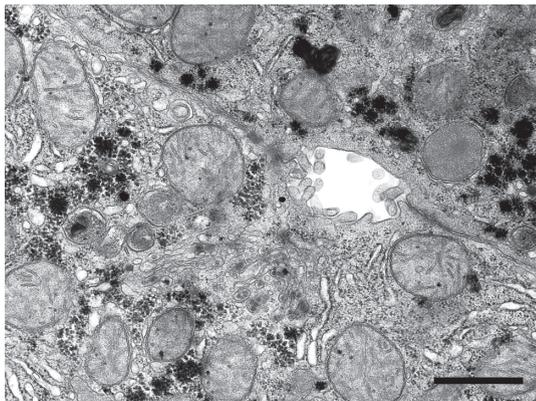


図 b

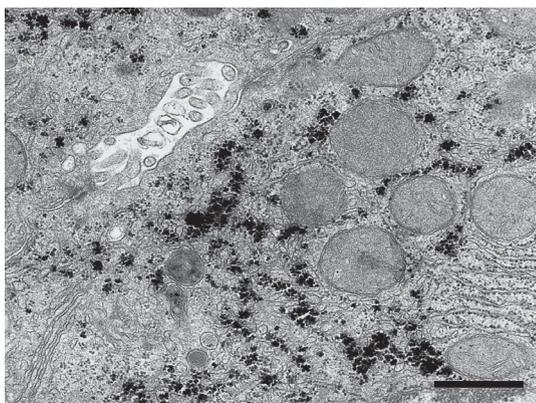


図 c

- 1) 図 a で中央部分の染色が弱いのはなぜか。説明しなさい。
- 2) 図 b と図 c の電顕写真はホルムアルデヒドあるいはグルタルアルデヒドで固定したものである。ホルムアルデヒドで固定したものはどちらか。記号で答えなさい。
- 3) そのように判断した理由を記しなさい。

問 2. 次の文章中の () にあてはまる最も適切な語句を語群から選

び、記号で答えなさい。（10 点）

樹脂包埋するためには組織の水分を除去する必要がある、そのために行う操作が脱水である。四酸化オスmiumで固定した試料では、(1) はあまり固定されていないため、エタノールを用いての脱水操作の過程で (2) される。脱水操作過程での (2) をなるべく抑えるために、(3) 濃度のエタノールでは、(4) で脱水した方がよい。脱水には (5) もよく用いられるが、エタノールより (6) しやすく脱水が不完全になりやすい。包埋に際して、(5) は、(7) 剤を必要とせず、直接樹脂と混合できる。ただし、(8) 系樹脂は、酸素によって重合阻害を起こすため (5) の使用は避けた方がよい。(8) 系樹脂には、親水性の (9) や疎水性の (10) などがある。

【語群】

- A. アクリル B. メタクリレート C. LR White
D. 乾燥 E. 吸湿 F. Lowicryl HM20
G. 膨張 H. 飽和脂肪酸 J. 不飽和脂肪酸
K. アセトン L. 低 M. 高
N. アラルダイト P. 氷温 Q. 室温
R. 収縮 S. 抽出 T. ジメチルホルムアミド
W. 置換

問 3. 次に示す超薄切片時のトラブルの原因を記しなさい。（10 点）

- 1) 切片がリボンにならず、1 枚 1 枚バラバラに切れてくる
- 2) 切片にナイフマークが入る
- 3) 切片に切削方向と直角にチャターが入る
- 4) ブロックの切削面がぬれる（水引き）

問 4. 次の文章中の () にあてはまる最も適切な語句を語群から選び、記号で答えなさい。（10 点）

透過電子顕微鏡の画像記録方法には、(1) を使用したアナログ記録システムと、(2) や (3) を使用したデジタル記録システムがある。後者は薬剤を用いた現像処理が不要であり、その後の画像解析も簡便であることから近年増加傾向にある。

(3) の場合、電子線像は (4) で検出され (5) に変換される。その変換された (5) を撮像素子に伝達する方式には、(6) カップリング方式と (7) カップリング方式の 2 種類がある。

また、カメラの取り付け位置により、(8) マウントカメラと (9) マウントカメラとに分類される。前者は、広い視野での観察が可能なので、大蛍光板と同じ感覚で使用できるが、(10) が入りやすい。一方、後者は、視野範囲がフィルムより著しく狭いが、その分 (10) が小さい。

【語群】

- A. イメージングプレート B. トップ C. 歪み
D. 非点 E. シンチレータ F. 明視野像
G. 可視光像 H. 写真フィルム J. ボトム
K. レンズ L. X 線像 M. アンダー
N. サイド P. CCD カメラ Q. ファイバー

問 5. A～F は、ある組織切片上のライソソーム中の酵素活性を金属塩法を用いて電子顕微鏡レベルで検出する手順を示す。次の設問に答えなさい。

い。(10点)

- A. ホルムアルデヒド単独, またはホルムアルデヒドとグルタルアルデヒドの混合液にて固定後, (i) 緩衝液で洗浄する
- B. (ii) (a) 等で厚さ (b) μm 程度の切片を作製する
- C. (iii) 基質を含む反応液に浸漬する
- D. 蒸留水で洗浄後, 後固定
- E. エタノールによる脱水後, エポキシ樹脂包埋
- F. 超薄切片作製後, (iv) 電子染色

- 1) (a), (b) に適当な語句を記しなさい。
- 2) 下線部 (i) について, 緩衝液の種類によって使用できないものがある。その緩衝液を挙げ, 理由を述べなさい。
- 3) 下線部 (ii) について, なぜ切片を作製する必要があるのか。理由を述べなさい。
- 4) 下線部 (iii) について, 反応液調製時に注意すべき点を二つ挙げなさい。
- 5) 下線部 (iv) について, 染色前に無染色切片も併せて観察する方が良い。その理由を述べなさい。
- 6) 得られた反応が特異的反応か否かを判別するために陰性対照実験を行いたい。その方法を記しなさい。

問6. 次の文章中の () にあてはまる最も適切な語句を語群から選び, 記号で答えなさい。(10点)

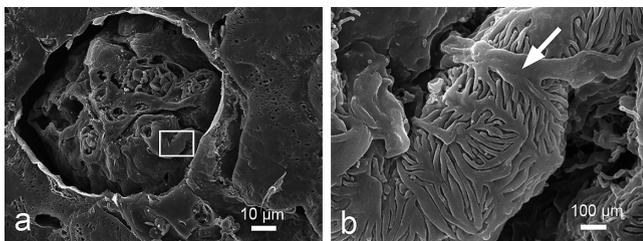
免疫組織化学とは, (1) を利用して, 組織や細胞中の (2) の局在を検出する手法である。免疫電顕では, (3) や (4) で標識した抗体が利用される。直接法では標識物を (5) に結合させるのに対して, 間接法では (6) や IgG の Fc 部分を認識する (7) が汎用される。微細構造の保存には, ホルムアルデヒドに低濃度 (0.01 ~ 0.5%) の (8) を加えることが多い。非特異的染色の低減には, 未反応アルデヒド基のクエンチングや (9) によるブロッキングが有効である。反応が弱い場合には加熱処理による (10) も有効である。

【語群】

- A. 抗原抗体反応 B. 酵素反応 C. 抗原賦活化
- D. 架橋反応 E. タンパク質 F. 脂質
- G. 一次抗体 H. 二次抗体 J. 抗原
- K. HRP L. GFP M. 金コロイド
- N. Gタンパク質 P. プロテインA Q. タンニン酸
- R. オスミウム S. 酢酸ウラニル T. グルタルアルデヒド
- W. 牛血清アルブミン

【選択問題】

問7. 図はラット腎臓の断面の走査電顕像である。図bは図aの四角で囲んだ部分の拡大である。次の設問に答えなさい。(10点)



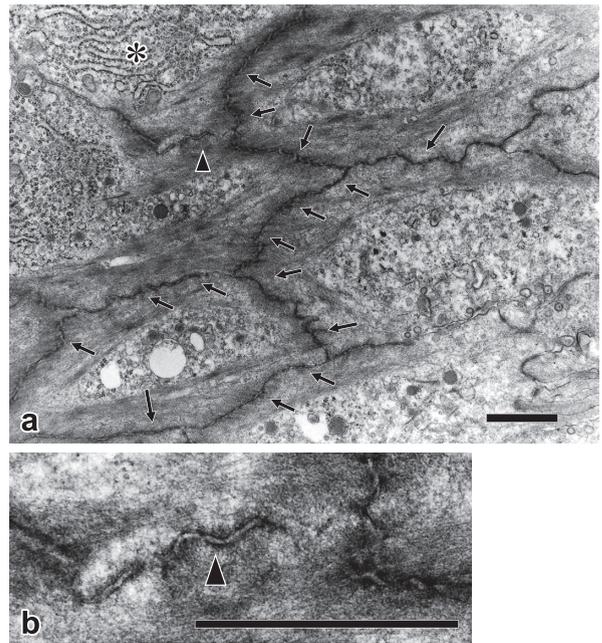
- 1) 矢印で示した構造の名称を語群から選び, 記号で答えなさい。

- A. 糸球体内皮細胞 B. 糸球体基底膜
- C. 糸球体上皮細胞 (タコ足細胞) D. 尿管 E. 集合管

2) 走査電子顕微鏡で組織の断面を観察するための割断法を簡単に説明しなさい。また, さらに細胞内小器官を観察する方法を簡単に説明しなさい。

3) 動物組織では, 細胞間質に線維が存在するため, 細胞や組織が直接観察できないことがある。それらの線維成分を取り除く方法を簡単に説明しなさい。

問8. 図aはある上皮細胞シートを示している。図bはaの矢じり部分の拡大である。接着装置 (細胞間結合装置) のところで超薄切片を作製している。(1) この接着装置は細胞周囲をベルトのように取り巻いている (ア, 矢印と矢じり; イ, 矢じり)。細胞間にはわずかの間隙が見られる。細胞質では接着装置に接して (2) 細い線維束が密に走っている。スケールバーは $1\mu\text{m}$ を示している。(10点)



1) この接着装置 (下線部1) の名称は何か。語群から選び, 記号で答えなさい。

- A. ギャップ結合 B. ヘミデスモソーム C. デスモソーム
- D. 接着帯 E. 閉鎖帯

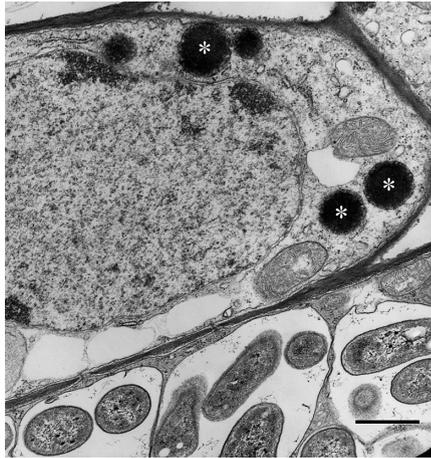
2) 細い線維束 (下線部2) の名称は何か。語群より選び, 記号を解答欄に記入しなさい。

- A. グリアフィラメント B. ケラチンフィラメント C. アクチンフィラメント
- D. 微小管 E. ニューロフィラメント

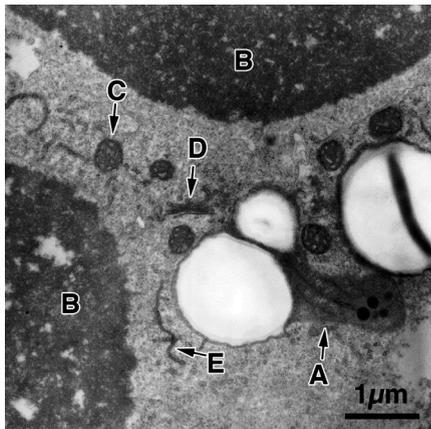
3) この接着装置では, 下線部2の線維束とは別なフィラメントが共同して細胞の運動や収縮を起こしている。この別なフィラメントとは何か。名称を書きなさい。

4) 図aのアスタリスク (*) で示される細胞小器官の名称とその働きを説明しなさい。

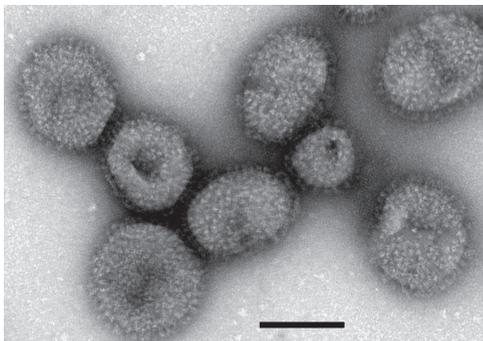
問9. 図は共生窒素固定が行われるインゲンマメ根粒の透過電顕像である。根粒の感染域には感染細胞 (下側の細胞) と非感染細胞 (上側の細胞) がある。根粒組織片を尿酸と DAB で処理する酵素細胞化学法を行うことにより, 尿酸酸化酵素とカタラーゼが共局在する構造に電子密度の高い物質が沈着した。次の設問に答えなさい。スケールバーは $1\mu\text{m}$ を示している。(10点)



- 1) 電子密度の高い物質が沈着した構造 (*) は何か、その名称と判断した理由を書きなさい。
 - 2) DAB 法で電子密度の高い物質を生成する原理を簡単に書きなさい。
- 問 10. 図はアズキ発芽子葉に見られる子葉細胞の透過電顕像である。次の設問に答えなさい。(10 点)



- 1) 写真中の A~E の細胞小器官の名称を記入しなさい。
 - 2) アズキ発芽子葉を固定・包埋するときの留意すべき点を簡単に説明しなさい。
- 問 11. 図は A 型インフルエンザウイルスの 22 万倍の電顕写真である。次の設問に答えなさい。(10 点)



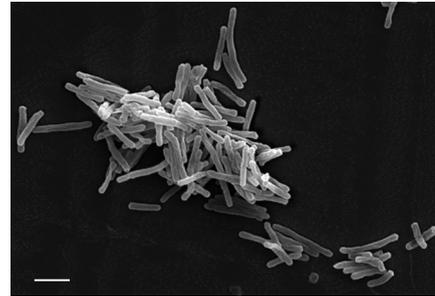
- 1) スケールバー (22 nm) の示す長さとして適当なものはどれか。記号で答えなさい。
A. 1 nm B. 10 nm C. 100 nm D. 1 μm E. 10 μm
- 2) 高倍率で撮影する場合には、支持膜の選択が重要である。次のうち、

最も適した支持膜の一つを選び記号で答えなさい。

- A. 100 メッシュグリッドに貼った薄いカーボン膜
- B. 200 メッシュグリッドに貼った薄いカーボン膜
- C. 400 メッシュグリッドに貼った薄いフォルムバル膜
- D. マイクログリッドに貼った薄いコロジオン膜
- E. マイクログリッドに貼った薄いプラズマ重合ナフタレン膜

- 3) この写真はどのような方法を行った後に撮影されたものか、方法の名称を答えなさい。
- 4) この試料を作製するための具体的手順を説明しなさい。

問 12. 図は液体培地で培養したある細菌の走査電顕像である。この菌はマクロファージなどの貪食細胞に取り込まれ、貪食細胞内で生存・増殖することができる細胞内寄生菌である。次の設問に答えなさい。(10 点)



- 1) スケールバーが示す長さとして適当なものはどれか。記号で答えなさい。また、その長さを選択した理由を簡潔に述べなさい。
A. 200 nm B. 2 μm C. 20 μm D. 200 μm
- 2) 液体培養した菌を走査電子顕微鏡で観察するための一般的な試料調製手順を順序立てて簡条書きで説明しなさい。

2015 年度日本顕微鏡学会電子顕微鏡技術認定試験問題一級技士 II (鏡体・共通技術)

問 1～問 7 は全問解答し、問 8～問 13 はその中から 3 問を選んで解答しなさい。なお、選択しなかった問の解答欄には、大きく × 印を記入しなさい。

【必須問題】

問 1. 次の文章は電子レンズの収差について記述したものである。文章中の () にあてはまる最も適切な語句を語群から選び、記号で答えなさい。(10 点)

電子線の (1) の変動、磁界レンズの (2) の変動、電界レンズの電極電圧の変動、電子の初速度の (3)、試料中での電子の (4) によって生じる収差が (5) である。

(1) が変動した場合、電子の速度に (3) が生じ、遅い電子は速い電子よりも強く曲げられるために (5) が生じる。軸外の点に対して生じる (6) は、像の倍率と回転角(磁界レンズのとき)が電子の速度によって異なるために生じ、それぞれの収差を (7) と (8) と呼ぶ。高倍率の像を観察する場合、光軸調整が良好である限り、(6) は無視できるが、(9) は球面収差とともに無視できない。

電子の初速度の (3) が原因で生じる (5) は、(1) を高めるか、熱電子源よりも電子の初速度の (3) が小さい (10) を用いることにより軽減できる。

【語群】

- A. バラツキ B. 均一性 C. エネルギー損失
- D. 球面収差 E. 回折収差 F. 色収差
- G. 歪像収差 H. 非点収差 J. 軸外色収差
- K. 軸上色収差 L. 倍率色収差 M. 回転色収差
- N. 電界放出型電子源 P. 加速電圧 Q. ビーム電流
- R. 励磁電流 S. 熱電子放出型電子源

問 2. 透過電顕像のコントラストについて、以下の問いに答えなさい。(10 点)

- 1) 対物レンズの後焦点面に対物絞りを挿入することによって得られる像のコントラストを何というか。
- 2) 1. で得られた像のコントラストを向上するにはどのようにすればよいか。方法を二つ記しなさい。
- 3) 試料と相互作用せずに透過した電子波と相互作用により散乱した散乱波の干渉による像のコントラストを何というか。
- 4) 試料の端や孔の部分で観察されるフレネル縞のコントラストは、不足焦点(アンダーフォーカス)と過焦点(オーバーフォーカス)ではどのように見えるか。

問 3. 次の文章中の () にあてはまる最も適切な語句を語群から選び、記号で答えなさい。(10 点)

走査電子顕微鏡は、(1) から放出された電子を (2) と (3) で細く絞って得られた電子線を (4) を用いて二次元的に試料表面を走査する。真空中で電子線を物体(試料)表面に照射すると、電子と試料の (5) により (6)、(7)、特性 X 線、陰極線蛍光などが発生する。(6) は試料表面の微細構造観察に、(7) は試料の組成コントラストの観察に用いられる。一般的に走査電子顕微鏡は、 $10^{-4} \sim 10^{-5}$ Pa 程度の真空中で観察することから、水分を含む試料は乾燥が必要である。しかし近年、含水試料をそのまま観察できる (8) が開発され製品化されている。本装置を用いると、チャージアップが軽減されるメリットがあることから、(9) 観察が可能であ

る。含水試料の観察では、試料温度を下げて水の (10) を試料室圧力に近づけることで観察中の水の蒸発を抑制できる。

【語群】

- A. 試料前処理 B. 二次電子 C. コンデンサーレンズ
- D. 電子ビーム E. 飽和蒸気圧 F. 焦点合わせ
- G. 反射電子 H. 電子銃 J. 低真空型走査電子顕微鏡
- K. 無蒸着 L. 偏向コイル M. 対物レンズ
- N. コントラスト P. 相互作用 Q. 高真空型走査電子顕微鏡

問 4. 熱電子放出型電子銃と電界放出型電子銃について、解答欄に動作原理と、特徴を 3 つ簡単に記しなさい。(10 点)

問 5. EDS のメリットを WDS と比較して簡潔に 2 つ記しなさい。(10 点)

問 6. 次の測定圧力範囲で使用される真空計の名称を記載し、その測定原理を簡潔に記しなさい。(10 点)

問 7. 次の文章中の () にあてはまる最も適切な語句を語群から選び、記号で答えなさい。(10 点)

試料近傍にある (1) 分子が電子衝撃により重合して試料に堆積することで試料が汚染するので、ガスの分圧が (2) ほど、汚染を減らすことができる。装置の排気系として (3) と (4) の組み合わせがある。(3) は、低真空から排気可能で、代表的なものに (5) がある。ポンプの使い方の注意点として、たとえば (3) の使用油の蒸気圧は (6) ので、低圧では蒸気の逆流が多くなるため、(4) が動作する範囲で、圧力が高いうちに (4) による本排気に切り替えるのが望ましい。(4) には、一種のダイオード作用があり、動作中は (3) の油の逆流を防ぐが、ヒーター切れの際は (7) 本排気を停止する必要がある。駆動部などの潤滑や真空封止に (8) が使われるが、粘度や蒸気圧などに応じて、パーツごとに使用する (8) を使い分ける必要がある。装置からの汚染が無視できない場合、(9) を利用すれば、試料汚染を防ぐことができるが、(9) が試料ホルダーに触れると、汚染がひどくなったり、(10) が生じたりする。また、(9) が室温に戻るとガス放出により試料が汚れるので、実験中は、温度を低く保つように注意が必要である。

【語群】

- A. 窒化物系ガス B. 高い C. ジェット噴流型
- D. 油拡散ポンプ E. 炭化水素系ガス F. 直ちに
- G. シリコングリース H. 真空グリース J. ゆっくりと
- K. 酸化物系ガス L. 冷却トラップ M. エタノール
- N. 加熱ヒーター P. 試料ドリフト Q. 低い
- R. 油回転ポンプ S. スパッタイオンポンプ T. 回転翼型
- W. 試料からのガス出し X. ダイヤフラムポンプ

【選択問題】

問 8. 走査トンネル顕微鏡がレンズを使用せずに試料表面の拡大像を得ることのできる理由を説明しなさい。(10 点)

問9. 次の文章中の()にあてはまる最も適切な語句を語群から選び、記号で答えなさい。(10点)

走査電顕観察で電子線の入射方向に対して試料表面が(1)していると、二次電子や反射電子の発生量が(2)なり(3)なるが、試料表面の(4)と入射電子の方向が一致したとき、二次電子の発生量が最も(5)なる。これを(6)効果という。この効果により、表面の凹凸が大きい試料はコントラストがつきやすく、試料表面が比較的平坦で凹凸が小さい試料では、試料台を傾斜させることによりコントラストを(7)ことができる。

また、試料端や突起物は二次電子放出に対する(8)が平坦な部分に比べて広いので、この部分からの二次電子の放出量は平坦な表面よりも(2)なり、試料端や突起物が極端に(3)なることで、高いコントラストを示す。これを(9)効果という。反射電子観察ではこの効果は極めて少ない。加速電圧が高くなると、この効果によりこれらの部分の(10)が見えなくなることがある。

【語群】

- A. 多く B. 少なく C. 傾斜
- D. 垂直に E. 暗く F. 明るく
- G. 水平方向 H. 法線方向 J. 傾斜角
- K. 高める L. 低める M. 有効表面
- N. 無効面積 P. 微細構造 Q. 組織
- R. 側面 S. エッジ

問10. 次の文章中の()にあてはまる最も適切な語句を語群から選び、記号で答えなさい。(10点)

1) 電子線が結晶に入射すると規則的に並んだ原子により散乱され干渉波が生じる。この現象を(1)と呼ぶ。

2) 1)で得られた図形から結晶の方位や原子面間隔などを知ることができる。この図形のことを(2)と呼ぶ。

3) 1)で得られた図形は、単結晶の場合は斑点となり、多結晶の場合はリング状のパターンとなる。また、生物試料のような非晶質試料では、ハロー状のパターンとなる。多結晶の場合のリング状のパターンを(3)と呼ぶ。

4) 原子面間隔 d の結晶に波長 λ の電子線が原子面と θ の角度で入射すると、 $2d \sin\theta$ の光路差のとき反射波が強めあう。電子の反射に係るこの条件を(4)と呼ぶ。

5) 4)の単結晶から得られる図形の斑点を形成する電子のみが通過するように対物絞りを設定して得られる像を(5)という。

【語群】

- A. 明視野回折 B. 暗視野回折 C. 電子回折
- D. 電子チャネリングパターン E. 菊池像 F. 電子回折パターン
- G. デバイシェラーリング H. 逆格子リング J. 格子像
- K. ブラッグ条件 L. 明視野像 M. 暗視野像

問11. 透過電子顕微鏡の軸調整について述べた次の文章の()にあてはまる最も適切な語句を語群から選び、記号で答えなさい。(10点)

高分解能観察時には、(1)軸の調整を行う。(2)の(3)機能を利用して(2)を周期的に変動させるとその変動に伴い、スクリーン上の像はある1点を中心にして(4)に広がったり縮んだりする動きを示す。この時の不動点を(1)軸と呼ぶ。電子ビームの(5)調整により、(1)軸を(6)中心と一致させることで(1)軸調整が完了する。

一方、(7)軸調整は、数万倍程度までの観察時に行う軸調整法である。(8)の(3)機能を利用して(8)の(9)を周期的に変動させると、その変動に伴い、スクリーン上の像がある点を中心にして(10)する。この時の(10)中心を(7)軸と呼ぶ。電子ビームの(5)調整により、(7)軸を(6)中心

と一致させることで(7)軸調整が完了する。

【語群】

- A. 傾斜 B. 拡大 C. プライツネス
- D. 加速電圧 E. 電流 F. 試料ホルダー
- G. 放射状 H. 対物レンズ J. 投影レンズ
- K. 電圧 L. 対物絞り M. 励磁電流
- N. 直線的 P. ヴプラー Q. 伸縮
- R. 回転 S. 歪曲 T. スクリーン

問12. 次の文章中の()にあてはまる最も適切な語句を語群から選び、記号で答えなさい。(10点)

粒分散法を考える場合、粒体を球状とすると、試料技術上は(1)、(2)、(3)の3種類に分類できる。(1)の粒体は一般に、表面活性が(4)、一度支持膜に付着すると、風を吹き付けても水で洗っても落ちないという特徴があるので、分散させることは(5)である。(2)のサイズのものは、(6)によって落ちるものと、付着力の強いものがある。(3)のものは、(7)が弱く、たいていの場合落下するので、支持膜に固定するためには何らかの方法を考える必要がある。いずれにせよ、粒子のサイズが(8)方が取り扱いが容易である。粒径の大小を問わず、水に対するぬれやすさは試料処理上重要で、水にぬれない粒体はコロジオン膜の(9)を利用して分散させる。粉末を支持膜にふりかけて両者の(9)だけで付着させるのであり、これを(10)とよぶ。

【語群】

- A. 大きく B. 数ミクロン程度 C. 親水性
- D. $0.5\mu\text{m}$ 以下 E. そろっている F. 応力
- G. 小さく H. 付着力 J. $10\mu\text{m}$ 以上
- K. 表面活性 L. 表面状態 M. 容易
- N. まちまちである P. 困難 Q. ふりかけ法
- R. 撥水性 S. 分散法

問13. 表は写真フィルムにおける現像処理過程を順に示している。表の(1)～(10)に適切な文言を入れなさい。(10点)

処理過程	時間	温度	作業の要点
(1)	処理液により異なる	(6)	(7) 処理液の温度に注意する
(2)	(5)	18～21°C	(8)
(3)	10～20分	18～21°C	攪拌しむらを生じないようにする 処理時間は長すぎないようにする
水洗	30～60分	8～23°C	(9) フィルムが互にくっつかないように注意する
(4)		～60°C	温度に注意する (10)