

2016 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. 細胞壁の主成分で正しいのはどれか。

1. 細菌ではヘミセルロースとペクチンである
2. 植物の一次細胞壁ではペプチドグリカンである
3. 植物の二次細胞壁ではマンナンである
4. 酵母ではリグニンである
5. 真菌では β -1,3-グルカンとキチンである

問 2. 細胞膜で正しいのはどれか。

- A. 脂質三重層である
 - B. 超薄切片像では中間葉は明るい層として観察される
 - C. 脂質の親水基が膜の表面に配列している
 - D. タンパク質を含まない
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 3. 細胞小器官と機能の組合せで正しいのはどれか。

- A. ミトコンドリア—ATP 産生
 - B. ライソソーム—タンパク質への糖付加
 - C. 粗面小胞体—タンパク質の分解
 - D. 微小管—細胞内輸送
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. DNA を持つのはどれか。

- A. 葉緑体
 - B. ゴルジ装置
 - C. リボソーム
 - D. ミトコンドリア
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. 正しいのはどれか。

- A. リボソームが附着した小胞体を粗面小胞体と呼ぶ
 - B. リボソームは脂質合成の場である
 - C. ライソソーム内の酵素は中性領域で高い活性を示す
 - D. ペルオキシソームにはカタラーゼが存在する
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 6. 固定剤で正しいのはどれか。

- A. グルタルアルデヒドはアルデヒド基を四つ持つ
 - B. パラホルムアルデヒドは塩酸を加えて溶解する
 - C. 四酸化オスミウムは不飽和脂肪酸を固定する
 - D. 通常、固定液の pH は弱塩基性で使用する
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. ホルムアルデヒドで正しいのはどれか。

- A. タンパク質の架橋はグルタルアルデヒドに比べて強い
 - B. タンパク質の架橋速度は室温の方が 4°C より速い
 - C. 組織内への浸透はグルタルアルデヒドに比べて遅い
 - D. カルノフスキー固定液はグルタルアルデヒドとの混合液である
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 8. 単層培養細胞の固定法で正しいのはどれか。

1. 固定剤としてタンニン酸を使用する
2. 固定剤は動物組織の半分の濃度でよい
3. 固定液の浸透圧は培養液よりも低めにする
4. 固定液の pH は弱酸性である
5. 培養温度で固定する

問 9. 微小管のサブユニット構造を観察する際に、グルタルアルデヒド溶液に混合して使用する固定剤はどれか。

1. パラホルムアルデヒド

2. 四酸化オスミウム

3. アクロレイン
4. タンニン酸
5. 過マンガン酸カリウム

問 10. 固定で正しいのはどれか。

- A. 動物細胞の固定液の緩衝液の浸透圧は約 300 mOsm に調整する
 - B. 固定液にリン酸緩衝液を使用できない場合はトリス—塩酸緩衝液を使用する
 - C. 哺乳類細胞では固定液の pH は通常 7.2 ~ 7.4 に調整する
 - D. 必ず 4°C 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 11. Luft の処方による包埋樹脂の取り扱いで正しいのはどれか。

1. 湿気の高い環境は避ける
2. 多めに作製し冷蔵保存する
3. 光感受性が高いので暗所で取り扱う
4. 皮膚に付着した場合は速やかにアセトンでふき取る
5. 余剰な未重合樹脂は水道水で無限希釈して廃棄する

問 12. 脱水・包埋で正しいのはどれか。

- A. Epon 812 の重合硬化の速度調節には DDSA を使用する
 - B. 四酸化オスミウム固定は紫外線重合に不適當である
 - C. 脱水剤の分子量が小さいほど脱水効果は強い傾向がある
 - D. 脱水の過程で生物試料が収縮することはない
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 13. 酸素によって重合が阻害される樹脂はどれか。

- A. Araldite
 - B. Epon 812
 - C. LR White
 - D. Lowicryl K4M
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. 脱水で正しいのはどれか。

- A. 脱水の各ステップで緩衝液による洗浄が必要である
 - B. Lowicryl K4M で包埋する場合にはアセトンで脱水した方がよい
 - C. 低濃度での脱水は低温で行った方がよい
 - D. アセトンはエタノールに比べて吸湿性が高い
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 15. ナイフポートの水面上で金色の干渉色を示すエポキシ樹脂切片の厚さはどれか。

1. 40 nm
2. 70 nm
3. 100 nm
4. 180 nm
5. 240 nm

問 16. 薄切時に切削方向に一致して切片にキズが入る原因はどれか。

- A. 逃げ角が大きい
 - B. 切削速度が遅い
 - C. 刃先にキズがある
 - D. 刃先にゴミが付着している
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 17. 薄切の際に切片が引き戻されたりナイフ背面に付着する原因はどれか。

- A. ブロックが硬すぎる

- B. ポートの水面が刃先より高い
 C. ナイフの逃げ角が小さすぎる
 D. 切削のスピードが速すぎる

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 18. 超薄切片がリボンにならない原因はどれか。

- A. 試料をアクリル系樹脂に包埋した
 B. 薄切にガラスナイフを使用した
 C. ポートの水面が刃先より高い
 D. 薄切面の上下または下辺が直線でない

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 19. 薄切の際に試料ブロック面が濡れる原因はどれか。

- A. ナイフが古い
 B. ポートの水面が高すぎる
 C. ナイフの逃げ角が大きすぎる
 D. ナイフ背面に水が付着している

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 20. ネガティブ染色で使用されない染色剤はどれか。

1. モリブデン酸アンモニウム
 2. 酢酸ウラニル
 3. クエン酸鉛
 4. 白金ブルー
 5. リンタングステン酸

問 21. 散乱コントラストを高めるために有用な元素の組合せはどれか。

1. U, H, O
 2. U, H, Os
 3. U, Pb, O
 4. U, Pb, Os
 5. U, C, O

問 22. トルイジンブルー染色で試料の辺縁部分が中心部より濃く染色された。正しいのはどれか。

- A. 染色時間が不十分である
 B. 辺縁部分は中心部より微細構造の保存がよい
 C. 樹脂の浸透が不十分である
 D. 中心部はオスミウム固定が不十分である
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 23. 準超薄切片を光顕観察するための手順で正しいのはどれか。

- A. 0.5 μm 程度の厚さに切片を切る
 B. 切片をスライドガラス上の水滴に移す
 C. 加温染色後にスライドガラスを水洗し乾燥する
 D. 水面に浮かんだ切片を白金耳などですくい取る
 E. 加熱して切片をスライドガラスに貼り付ける
1. ABCDE 2. ACDBE 3. ADBEC
 4. AEDCB 5. AEBDC 6. ACBDE

問 24. 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. 細胞膜—アルカリホスファターゼ
 B. ゴルジ装置—チアミンピロホスファターゼ
 C. ライソソーム—グルコース-6-ホスファターゼ
 D. 核膜—酸性ホスファターゼ
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. ペルオキシダーゼの検出法で使用される試薬はどれか。

- A. フェロシアン化銅
 B. 過酸化水素
 C. 3,3'-ジアミノベンチジン (DAB)
 D. 酢酸ウラニル
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. 免疫電顕法で正しいのはどれか。

- A. 凍結超薄切片法は包埋後染色法より抗原性の保存がよい
 B. SDS 処理凍結割断レプリカ法ではレプリカ膜上で免疫反応を行う
 C. 包埋前染色法では一般的にコロイド金が標識に使用される
 D. 包埋後染色法では一般的にペルオキシダーゼが標識に使用される
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 27. 免疫電顕法の包埋後染色法で正しいのはどれか。

- A. 切片はニッケルグリッドに載せる
 B. LR White はエポキシ系樹脂よりも抗原性の保存が悪い
 C. 超薄切片上で免疫反応を行う
 D. 四酸化オスミウムで後固定する
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 28. 免疫電顕法で誤っているのはどれか。

1. 組織や細胞中の抗原の局在を検出できる
 2. 免疫組織化学反応は間接法が一般的である
 3. 抗原性の保存には高濃度のグルタルアルデヒドを含む固定液を使用する
 4. 非特異的染色の低減のためブロッキングを行う
 5. 内因性ペルオキシダーゼの活性阻害は必要に応じて行う

問 29. 凍結固定で正しいのはどれか。

- A. 化学固定と同等の微細構造を観察するために行う
 B. 液体窒素は融点と沸点の温度差が大きく浸漬固定に適した冷媒である
 C. 凍結速度が遅いと氷晶が形成されて細胞構造が破壊されることがある
 D. 凍結時に瞬間的に高圧をかけて氷晶の形成を防ぐ方法がある
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 30. 急速凍結法で正しいのはどれか。

- A. 浸漬法では気化した冷媒が試料の冷却速度を低下させる
 B. 金属圧着法では金属の表面積を増加させるために表面を凹凸にする
 C. 無固定試料はグリセリン浸漬後に凍結する
 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 31. オートラジオグラフィで正しいのはどれか。

- A. アミノ基を有する標識小分子化合物は、化学固定により残存しない
 B. 放射能が半分減少する時間を半減期と呼ぶ
 C. γ線の行程はβ線より短い
 D. 乳剤中の臭化銀粒子に放射線イオン化力で潜像を形成させる
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 32. 走査電顕試料の作製で正しいのはどれか。

- A. NaOH 消化法で結合組織を除去する
 B. トリトン X-100 処理で細胞骨格を除去する
 C. t-ブチルアルコール凍結乾燥法は試料の変形を防ぐために行う
 D. 金属コーティングすると二次電子線の発生効率が下がる
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 33. 走査電子顕微鏡で正しいのはどれか。

- A. 反射電子像は試料の組成の違いを検出できる
 B. 加速電圧が高くなるほど二次電子像のコントラストが高まる
 C. 深い焦点深度を必要とする場合は作動距離を長くする
 D. 試料面の平坦な部分でコントラストが高まる
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 34. 電子の性質で正しいのはどれか。

- A. 波長が長いほど速度が速い
 B. 一樣な磁界に斜めに入射すると円を描く
 C. 電界中では電位の高い方向に進む
 D. 電子源が小さいほど干渉性が高い
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 35. 透過電子顕微鏡で正しいのはどれか。

- A. 制限視野絞りの挿入面は回折パターンが形成される面である
 - B. 対物絞りの大きさは分解能に影響する
 - C. 集束絞りの大きさは拡大像のコントラストに影響する
 - D. 対物絞りを光軸から外すことで暗視野像が得られる
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 36. 透過電子顕微鏡の操作で正しいのはどれか。

- A. フィラメント像を確認するためにフィラメント電流を下げた
 - B. 電流軸を調整するために加速電圧を変動させた
 - C. 拡大像のコントラストを高めるために加速電圧を下げた
 - D. 暗いコントラストのフレネル縞が観察されたので対物レンズの励磁電流を弱めた
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 37. 透過電子顕微鏡の操作で正しいのはどれか。

- A. ドリフトしたので試料に弱い電子線をしばらく照射した
 - B. 撮影倍率より高倍率で非点補正を行った
 - C. 撮影倍率より高倍率で焦点合わせを行った
 - D. 生物切片を撮影する際にわずかに過焦点にした
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 38. 透過電顕像のコントラストで正しいのはどれか。

- A. 回折コントラストを得るには制限視野絞りを使用する
 - B. 対物絞りを小さくすると散乱コントラストが高くなる
 - C. 像のコントラストは焦点はずれ量に依存しない
 - D. 散乱コントラストでは原子番号が大きい部位は暗く見える
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. 低真空走査電子顕微鏡で正しいのはどれか。

- A. 試料室の真空度は 10^{-4} Pa 程度である
 - B. EDS 分析は不可能である
 - C. 水分や油分を含んだ試料の観察が可能である
 - D. 無蒸着観察が可能である
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 40. 電顕観察時の試料汚染の防止で正しいのはどれか。

- A. 鏡体のペーキングとは鏡体を冷却して真空をよくすることである
 - B. 真空をよくするために O リングなどには真空グリースをたくさんつける
 - C. 可能な場合は試料の加熱乾燥等を行い有機物を排除する
 - D. 試料台は素手では触れないようにする
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 41. 電子顕微鏡の収差で正しいのはどれか。

- A. 加速電圧が高いほど回折収差は大きい
 - B. 絞りの汚れは非点収差の原因となる
 - C. 回折収差は絞りを小さくするほど小さくなる
 - D. 加速電圧が変動すると色収差が生じる
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. 光学レンズの収差で正しいのはどれか。

- A. 球面収差の補正は可能である
 - B. 回折収差の補正は可能である
 - C. 色収差の補正はできない
 - D. 回折収差は分解能に大きく影響する
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 43. 試料支持用グリッドで正しいのはどれか。

- A. 光学顕微鏡のカバーガラスに相当する
- B. 平らで光沢を帯びている面が表である
- C. 細長い溝状の穴の開いたグリッドをシートメッシュと呼ぶ
- D. マイクログリッドは試料の高倍率観察に用いられる

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 44. 推奨されている油回転ポンプのオイルの交換時期はどれか

- 1. 3カ月ごと
- 2. 半年ごと
- 3. 1年ごと
- 4. 1年半ごと
- 5. 油が変色した際

問 45. 走査電子顕微鏡用の試料作製法で正しいのはどれか。

- A. 生物試料の自然乾燥では乾燥時の表面張力による変性や収縮が生じやすい
 - B. t-ブチルアルコールは臨界点乾燥に用いられる
 - C. コーティング粒子のサイズは白金、白金パラジウム、金パラジウム、金、カーボンの順に小さくなる
 - D. イオンスパッタ法は真空度が一定であれば、電圧が高いほど電流が増す
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. デジタル画像で正しいのはどれか。

- A. 1ギガバイトは 10^6 キロバイトである
 - B. 10 cm × 10 cm の画像保存サイズが1メガバイトである場合、同じ解像度で20 cm × 20 cm の画像保存サイズは2メガバイトである
 - C. 8ビット画像は256階調である
 - D. コントラストを増幅させると画像保存サイズが大きくなる
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 47. デジタル画像の保存形式で正しいのはどれか。

- A. TIFF は可逆圧縮で保存できる画像ファイルフォーマットである
 - B. JPEG は可逆圧縮で保存できる画像ファイルフォーマットである
 - C. TIFF は画像を劣化させたくないときに用いるとよい
 - D. JPEG の画像保存サイズは、同じ画像の TIFF 画像サイズよりも大きい
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 48. 走査電子顕微鏡の像検出で正しいのはどれか。

- A. チャージアップの影響を軽減するため反射電子を検出した
 - B. 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
 - C. 試料表面の微細な形状を観察するため反射電子を検出した
 - D. 組成コントラストを得るため反射電子を検出した
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 49. 正しいのはどれか。

- A. 走査トンネル顕微鏡は渦電流を利用して像形成を行う
 - B. 原子間力顕微鏡はカンチレバーを利用して像形成を行う
 - C. 共焦点レーザー顕微鏡の光源に発光ダイオードも利用される
 - D. 光学顕微鏡はレンズで光を集束して像拡大を行う
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 50. 元素分析法で正しいのはどれか。

- A. EDS は WDS よりエネルギー分解能が高い
 - B. EDS は WDS よりプローブ電流を多く必要とする
 - C. EDS は WDS より凹凸のある試料に有効である
 - 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

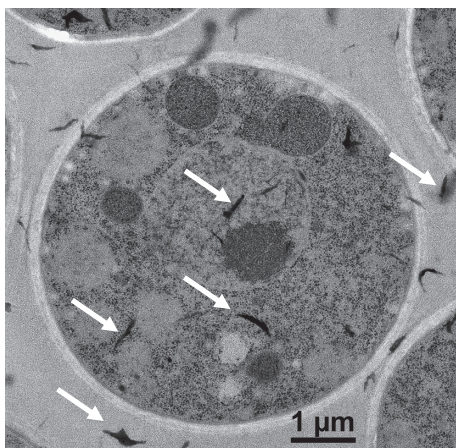
2016 年度日本顕微鏡学会電子顕微鏡技術認定試験問題一級技士 I (生物)

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】

問 1. (A) 灌流固定法, (B) 浮遊細胞の固定法, (C) 植物試料の固定法の中から二つ選んでその記号と各々の固定法の実際的な操作法と注意点を記しなさい。(10 点)

問 2. 図は急速凍結・凍結置換固定法による酵母の透過電顕像である。次の各設問に答えなさい。(10 点)



1) 線維状の試料汚染(矢印)は、どの試料作製過程で生じたと考えられるか、その過程であると判断した理由とともに答えなさい。

2) この試料汚染をなくすための対策を可能な限り多く述べなさい。

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)

透過電子顕微鏡で試料を観察する場合、視野や倍率だけではなく、各種可動絞りなどの基本要素を試料の種類や観察目的に応じて設定する。

[可動絞りの調整] 集束絞りは、ビームを集束・発散した際に(1)状に変化するように位置を調整する。対物絞りは、(2)観察では電子回折モードにしてダイレクトスポットの中心に絞りがくるように調整する。(3)観察ではダイレクトスポット以外の目的とする回折点を中心にくるように位置を調整する。

[電流軸、電圧軸の調整] 数万倍程度の観察では(4)を調整する。(5)の励磁電流を周期的に変動させるとその変動に伴い像が回転するので、その回転中心をスクリーンの中心と一致するように調整する。より高分解能を求める場合には、(6)を調整する。(7)を周期的に変動させると、ある一点を中心に集束・発散する。この不動点をスクリーン中心と一致させる。

[非点補正] 非点収差は(8)と(5)で補正が必要である。(8)に非点収差がある場合、ビームが(9)状に変化するので、(8)の非点補正装置を利用して調整する。一方、(5)に非点収差があると、拡大像の一方とそれに直角な方向に焦点のズレが生じる。このズレは膜孔の縁に現れる(10)の出方で確認できる。(5)の非点補正装置を利用して(10)の出方がすべての方向で一様になるように調整する。

【語群】

A. 電流軸 B. 放射 C. 歪み D. 加速電圧 E. 中間レンズ

F. 明視野像 G. フレネル縞 H. 暗視野像 J. 対物レンズ
K. フィラメント L. 同心円 M. 電圧軸 N. 集束レンズ
P. コントラスト Q. 楕円

問 4. 免疫電顕法の包埋後染色法について、次の各設問に答えなさい。(10 点)

- 1) 固定された動物組織を包埋する手順を述べなさい。
- 2) 使用する樹脂の種類または名称と、その理由を述べなさい。
- 3) 標識にペルオキシダーゼではなく、金コロイドを使用する理由を述べなさい。

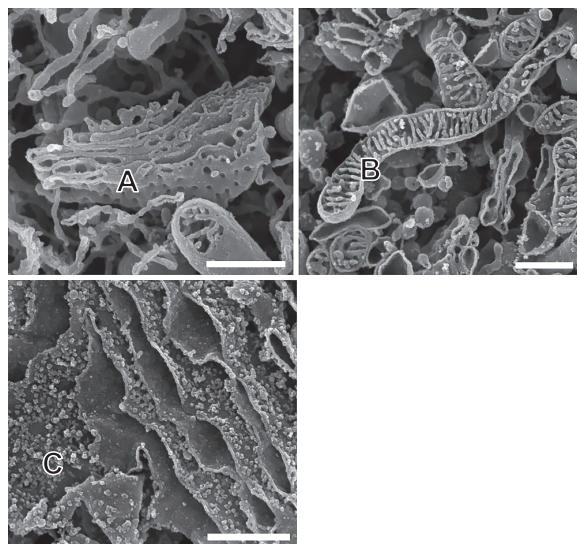
問 5. 次の文章中の()にあてはまる最も適切な語句を語群から選び、記号で答えなさい。(10 点)

組織および細胞の凍結では、いかに(1)の形成を抑えるかが重要である。とくに、六方晶と呼ばれる(1)は、形成の規模も大きく、構造の破壊が著しい。その対策として、(2)や(3)、(4)などが利用されている。(2)は、(5)や液体ヘリウムで冷却した(6)の高い金属を利用する。凍結に要する時間は 1 ミリ秒程度であり、高い時間分解能を有する。(3)では、(7)の差が大きな(8)などの冷媒が利用され、冷媒の突沸(気化)がほとんどなく、試料の損傷が抑えられる。(4)では、(9)程度の加圧と同調した瞬時の冷却が重要であり、凍結深度は深く、(10)程度である。対象試料の観察領域および観察方法を考慮して、凍結法を選択することが大切である。

【語群】

A. 化学固定 B. メタン C. 氷晶 D. 準結晶 E. 冷媒浸漬法
F. 高圧凍結法 G. ジェット噴射法 H. 金属圧着法 J. 金属浸漬法
K. 液体酸素 L. 液体ヘリウム M. 液体窒素 N. 熱伝導率
P. 比抵抗値 Q. エタン R. 沸点と融点 S. 融点と凝固点
T. 2,000 bar W. 2,000 μm X. 200 bar Y. 200 μm

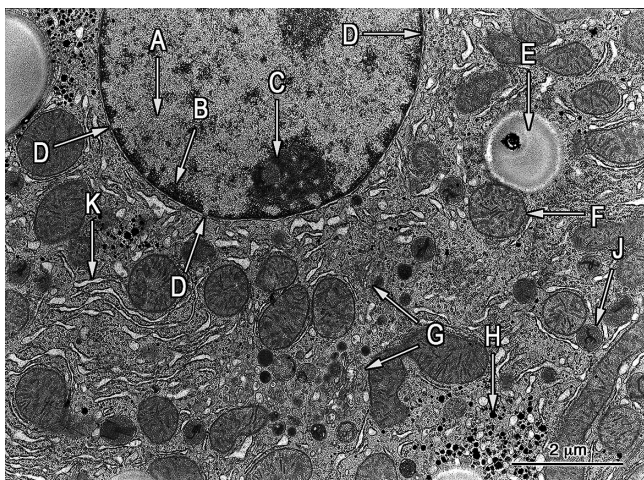
問 6. 図はラットの組織をある手法を用いて処理し、細胞質内の微細構造を走査電子顕微鏡で観察したものである。次の各設問に答えなさい。スケールバーは 500 nm を示している。(10 点)



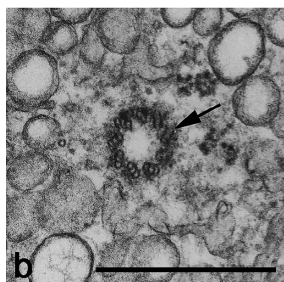
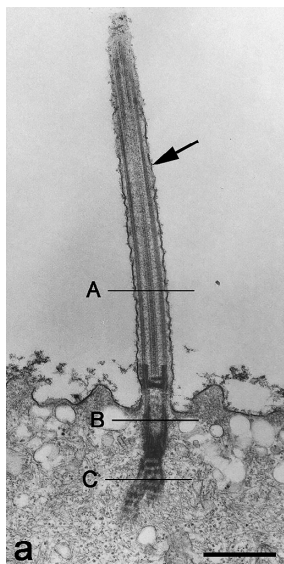
- 1) この手法名を答えなさい。
- 2) 図中A～Cの細胞小器官の名称を答えなさい。
- 3) この手法の手順を詳細に述べなさい。

【選択問題】

問7. 図はマウス肝臓の透過電顕像である。AからKの名称を答えなさい。(10点)

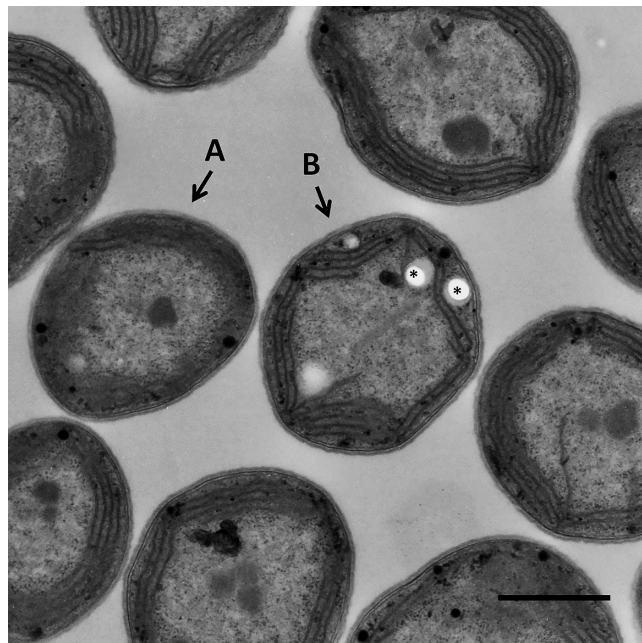


問8. 図aと図bはアフリカツメガエル胚の表皮細胞の構造を示している。図aの矢印の構造は胚の表面に多数見られた。図bの矢印の構造はその横断面である。次の各設問に答えなさい。スケールバーは500nmを示している。(10点)



- 1) 図a矢印の構造の名称とその働きを答えなさい。
- 2) 図b矢印の構造の名称をア～エから選び記号で答えなさい。
ア. ライツソーム イ. 核小体
ウ. 中心小体 エ. 核膜孔
- 3) 図b矢印の構造は、図aに示すA～Cのどのレベルの断面と考えられるか。記号で答えなさい。
- 4) 図b矢印の基本となる構造の名称をア～オから選び、記号で答えなさい。
ア. 膠原線維 イ. 中間径線維
ウ. 微小管 エ. アクチン線維
オ. 弾性線維

問9. 図はラン藻細胞の透過電顕像である。次の各設問に答えなさい。(10点)



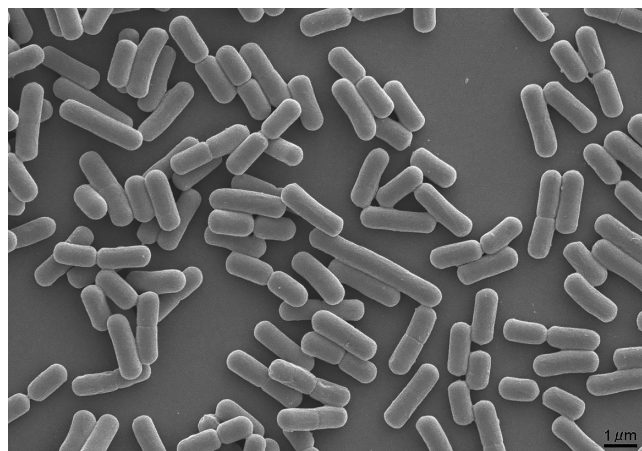
- 1) 図のスケールバーの長さは5nm, 50nm, 500nmのどれか。
- 2) 図のラン藻細胞で観察することのできる構造を三つ挙げなさい。
- 3) Aの細胞で、他の細胞の周辺部にある膜構造が層状に見えないのはなぜか。理由を述べなさい。
- 4) Bの細胞には切片に少なくとも二つ穴(*)がある。この穴ができた理由を述べなさい。

問10. 液体培養したコケの原糸体に含まれる葉緑体の微細構造を透過電顕観察したい。次の各設問に答えなさい。(10点)

- 1) 固定から脱水までの手順を述べなさい。
- 2) 樹脂包埋から透過電顕観察までの手順を述べなさい。
- 3) 細胞壁と細胞膜との剥離が多く見られた。剥離を防ぐための工夫を述べなさい。

問11. 鞭毛を有する細菌をネガティブ染色し透過電顕観察したい。実際の手順を述べなさい。また、鞭毛を観察するための試料調製の過程で注意すべき点を複数記しなさい。(10点)

問12. 図は、ある乳酸菌を液体培地から処理した走査電顕像である。固定から観察に至るまでの試料作製手順を簡条書きで具体的に述べなさい。(10点)



2016 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. 次の各設問に答えなさい。(10点)

- 1) フレネル回折とフラウンホーファー回折の違いを簡潔に述べなさい。
- 2) 対物レンズの後焦点面に形成されるものは何か、また、それはどちらの回折現象によるものか答えなさい。
- 3) 拡大像の焦点合わせに利用する回折現象はどちらか、また、その回折現象で形成されるものは何か答えなさい。

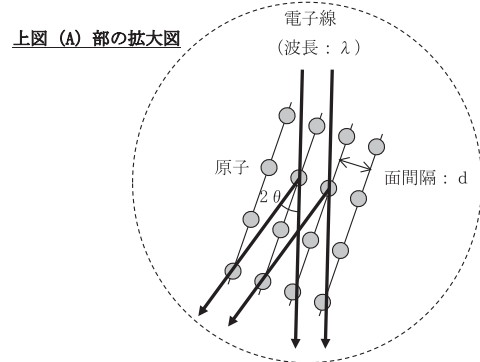
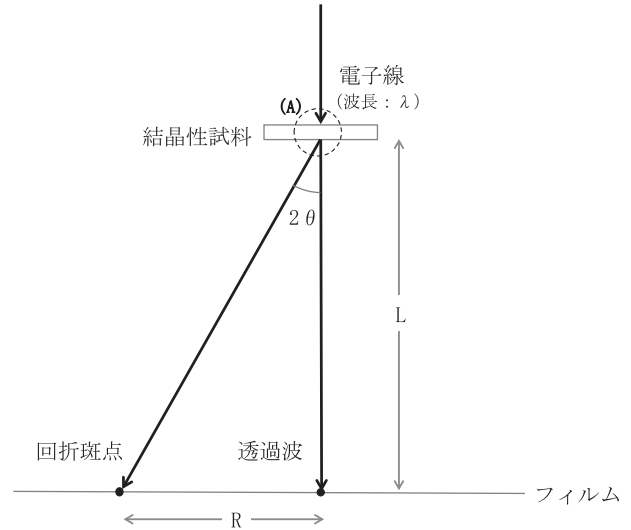
問2. 走査電子顕微鏡と透過電子顕微鏡で、対物絞りを小さくした時の効果をそれぞれ三つ答えなさい。また、それぞれの装置での対物絞りの軸調整の方法を簡潔に述べなさい。(10点)

問3. 電子回折パターンの基本的な解析手順について、次ページの図を参考にして、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)

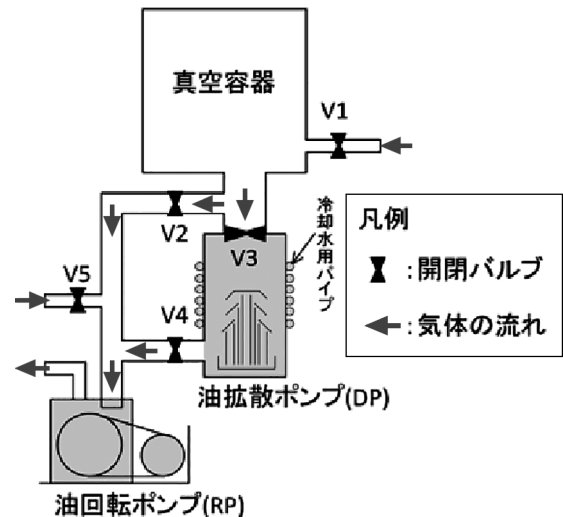
- ・試料に電子線を入射して得られた電子回折パターンが斑点となった場合は(1)試料である。回折パターンが(2)リングとなった場合は(3)試料である。また、ハロー状のパターンとなった場合は(4)と判断できる。
- ・結晶性試料に加速電圧で決まる波長 λ の電子線を入射させ、その一部が入射方向と 2θ の角度をなす方向に(5)され、試料面から距離 L だけ離れたフィルム上に生じた回折斑点や回折リングを記録する。距離 L は(6)と呼ぶ。
- ・フィルム上に記録された透過波に対応する点から回折点または回折リングまでの距離 R を測定する。 θ と L および R の関係は $\tan 2\theta =$ (7)となる。高速の電子の波長 λ は原子面間隔 d に比べて非常に小さいために、角度 θ は非常に小さく、 $\tan 2\theta \approx 2\theta$ 、 $\sin \theta \approx \theta$ と近似できる。そのため、これらの式と原子面間隔を d とするとブラッグ条件の $n\lambda =$ (8)により、 $Rd = \lambda L$ ($n = 1$ の場合)が得られる。
- ・距離 L は、例えば多結晶金蒸着膜(標準試料)を用いて得られた回折パターンから求められるので、(9)と呼ばれる λL を求めておく。
- ・従って未知試料の回折パターンの透過波に対応する点から回折点または回折リングまでの距離 R を測定して、 $d =$ (10)から原子面間隔 d を求めることができる。

【語群】

- A. カメラ長 B. R/L C. 非晶質試料 D. 単結晶 E. $2d\sin\theta$
 F. 多結晶 G. デバイ-シェラー H. カメラ定数 J. $\lambda L/R$
 K. ブラック反射 M. 絶縁物 N. 格子定数 P. 結晶格子
 Q. 結晶構造 S. 回折波



問4. 下図は真空蒸着装置の模式図である。真空蒸着装置の使用方法について次の各設問に答えなさい。(10点)



1) 下表(解答欄)に示す停止時の開閉状態を参考にして、それぞれの状態における各バルブの開閉状態を表中に○と×で答えなさい。

2) 停止時にV5を開ける理由を説明しなさい

問5. 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)

真空中で、適当な供給源から(1)になって飛び出した物質を目的の試料表面に付着させて、(2)を作製する方法を(3)という。この方法には(4), (5), (6)の三種類がある。

(4)は、(7)を利用して、真空中で金属を加熱してその金属を蒸発させる方法で、電極間に通電して金属を加熱する(7)はベルジャー内を(8)にするための真空系、真空度を測定するための真空計、蒸発源用の電源から構成されている。(5)は、(9)を蒸発用金属に照射することにより金属を加熱して蒸発させる。また、(6)は、(10)を蒸着源に衝突させて、はじき出された金属粒子を試料の上に堆積させて(2)形成する方法である。

【語群】

- A. 分子 B. 島 C. 膜 D. 微粒子状 E. 原子
F. シェドウイング法 G. スプレー法 H. カーボン蒸着法
J. 電子線加熱法 K. 低真空 L. イオンビームスパッタ法
M. 超高真空 N. 真空蒸着装置 P. 蒸着法 Q. ナノドット
R. イオンビーム S. 高真空 T. 抵抗加熱法 W. レプリカ法
X. 電子ビーム

問6. 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)

電子レンズの磁界や(1)が軸対称でない場合に生じる収差が(2)である。この収差があると、無限遠からレンズの光軸(z軸)に沿って入射する電子線はレンズを通過後1点に集まらず、たとえばx方向とy方向の焦点位置が異なり、それぞれの位置での像が直線(焦線と呼ぶ)状となる。二つの焦線間距離 Δf を(3)という。(2)があると、(4)が生じる。(2)の原因としては、磁極片(ポールピース)に関連して、(5)でない、(6)がある、上下二つの(7)が一致しないか傾いている、磁性材料が(8)である、などがあげられる。また、(9)による帯電、光軸の(10)も原因となる。

【語群】

- A. 色収差 B. 非点隔差 C. 像の流れ D. 球面収差 E. 回折収差
F. 電界 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. 孔が真円
P. キズ Q. 調整不良 R. 磁極の軸 S. 不均質 T. 絞りの汚れ

問7. 次の文章は透過電顕像のコントラストについて記述したものである。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)コントラストは、入射方向に透過した電子波と、これとは異なる方向に散乱した電子波の(2)によって生じるコントラストで、(3)コントラストとは異なり、(4)絞りを(5)場合でも生じる。このコントラストは、試料が(6)く(1)の変化が小さい場合には、(7)ではコントラストが殆どみられず、(8)を少し(9)くすることで、より明確な像として観察される場合がある。コントラストが最大になる(8)は、(4)レンズの(10)などに依存する。

【語群】

- A. 散乱 B. 位相 C. 吸収 D. 干渉 E. 収束 F. 対物
G. 球面収差 H. 外した J. 入れた K. 薄 L. 厚
M. 不足焦点 N. 正焦点 P. 過焦点 Q. 焦点外れ量
R. 大き S. 小さ T. 中間

【選択問題】

問8. 良い透過電顕像を記録するために注意すべき項目を五つ挙げ、それぞれに対応する電子顕微鏡の操作を答えなさい。試料は理想的に作製されているものとする。(10点)

問9. 透過電顕観察用試料の支持膜に求められる特性を二つ挙げ、それぞれその理由を述べなさい。(10点)

問10. 走査電顕の観察における次の文章中の()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)

試料からの二次電子放出量は、試料の(1), 入射電子エネルギー(加速電圧)、入射電子の試料に対する(2)によって大きく異なる。一般的には入射電子数 N_{PE} に対する放出二次電子数 N_{SE} の割合は(3)率 δ と呼ばれ、 $\delta = N_{PE}/N_{SE}$ で表される。また、 δ は電子線の入射角度によって変化する。これを「(4)」と呼ぶ。さらに、試料の(5)部分で δ が大きくなるという性質があり、二次電子像でこの部分が白く光る効果が観察されることがある。

反射電子の場合は特に、試料の(6)により、(7)率が異なることにより、平坦な試料において(8)に依存したコントラストが形成される。(8)が大きい物質で構成される領域は(9)観察される。

しかし、二次電子像や反射電子像は、同一試料の観察でも、(10)により走査電顕像のコントラストが大きく変化することから、観察目的に応じて(10)を選択することが重要である。

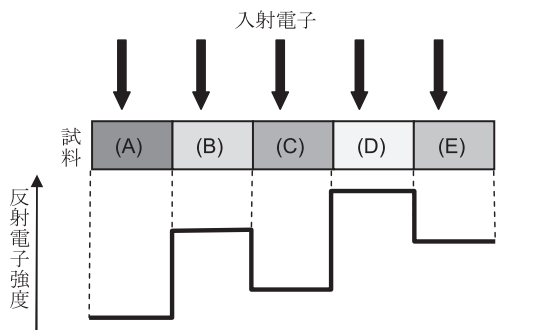
【語群】

- A. 多く B. 分子量 C. 表面形状と材質 D. 平均原子番号
E. 暗く F. 明るく G. 元素組成や密度 H. 角度 J. 傾斜角効果
K. 高める L. 低める M. エッジ N. 反射電子放出
P. 検出器の位置 Q. 二次電子放出

問11. 次の設問に答えなさい。(10点)

- 「150メッシュ」の数字の意味を説明しなさい。
- ウイルスなどのコントラストの低い試料に重金属を斜め上から蒸着する手法名を答えなさい。
- 試料乾燥法において、脱水を終了した試料を酢酸イソアミルに置換し、圧力を制御することで表面張力が働かない状態で試料を乾燥する手法名を答えなさい。
- 導電性のない試料に金属をコーティングを施して得られる効果を答えなさい。
- グリッドと切片との接着性を向上させる親水化処理の方法の一つを答えなさい。

問12. 炭素(原子番号6, 原子量12.0)、鉄(原子番号26, 原子量55.9)、銅(原子番号29, 原子量63.6)、銀(原子番号47, 原子量107.9)、金(原子番号79, 原子量197.0)の五種類の元素を成分とする試料を反射電子で観察したところ、下図のような反射電子強度の分布が得られた。以下の問いに答えなさい。(10点)



1) 反射電子を簡潔に説明しなさい。

2) 試料 (A), (B), (C), (D), (E) に該当する元素名とその理由を答えなさい。

問 13. 走査プローブ顕微鏡の AFM および STM の正式名称と、それぞれの特徴を答えなさい (10 点)