

## 2007 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. 低温にすると壊れやすいのはどれか。

1. ゴルジ装置
2. 染色体
3. 中間径フィラメント
4. 微小管
5. ライソソーム

問2. 二重の生体膜で囲まれた細胞小器官はどれか。

- A. 小胞体
- B. 葉緑体
- C. ペルオキシソーム
- 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3. 細胞小器官について正しいのはどれか。

- A. 小胞体には粗面小胞体と滑面小胞体がある
- B. ゴルジ装置はATP合成に関与する
- C. ミトコンドリアは内部にチラコイドをもつ
- D. ライソソームの指標酵素として酸性ホスファターゼがある

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4. 細胞膜について正しいのはどれか。

- A. 糖とタンパク質で形成されている
- B. 厚さは約1nmである
- C. 染色性の違いから明暗の3層構造として観察される
- D. リン脂質の疎水基で構成される層は染色性が低い

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5. 組織細胞が生きた状態でも観察できる顕微鏡はどれか。

- A. 共焦点レーザー顕微鏡
- B. 透過電子顕微鏡
- C. 走査電子顕微鏡
- D. 走査プローブ顕微鏡

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. 四酸化オスミウムについて正しいのはどれか。

- A. 固定された組織は黒色を呈する
- B. 常温では淡黄色あるいは無色の針状結晶である
- C. 還元剤である
- D. タンパク質をよく固定する

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7. パラホルムアルデヒドについて正しいのはどれか。

- A. 還元剤である
- B. リン脂質をよく固定する
- C. 使用時に調整した方がよい
- D. アルデヒド基を2つ持つ

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. 導電染色で用いられているのはどれか。

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

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9. 固定剤で揮発性の高いのはどれか。

- A. グルタルアルデヒド
- B. 四酸化オスミウム

C. アクロレイン

D. パラホルムアルデヒド

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. 動物組織の固定について正しいのはどれか。

- A. 固定液は一般に動物体液の浸透圧よりやや高めに調整する
- B. 浸漬固定の場合、表層から50～300μmの深さが比較的良好に固定される
- C. グルタルアルデヒドの組織への浸透性はホルムアルデヒドより優れている
- D. 過マンガン酸カリウム固定液は組織への浸透がはやい

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11. 脱水について正しいのはどれか。

- 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で包埋するとき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12. エポキシ樹脂の重合加速剤DMP-30について正しいのはどれか。

- A. 添加量は1.5～2.0%である
- B. 長期保存が可能である
- C. 人体に対して強い毒性はない
- D. 加え過ぎると重合した樹脂はもろくなる

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. アクリル系樹脂について正しいのはどれか。

- A. 全て水溶性である
- B. 酸素により重合阻害が起きる
- C. 熱重合を行なう場合は、固定時に四酸化オスミウムを用いてはならない
- D. 紫外線重合を行なう場合は、固定時に四酸化オスミウムを用いてはならない

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14. 包埋後免疫電顕法に適した包埋樹脂はどれか。

- A. Araldite
- B. LR White
- C. Spurr 樹脂
- 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15. 包埋樹脂について正しいのはどれか。

- A. エポキシ系樹脂は紫外線重合させることができる
- B. アクリル系樹脂は重合時の収縮が小さい
- C. 熱に弱い抗原の検出にはアクリル系樹脂を使うとよい
- D. アクリル系樹脂は熱重合させることができる

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16. ダイヤモンドナイフについて正しいものはどれか。

- A. 刃角6°のナイフを用いる
- B. ガラスナイフで試料面を平滑にしてから用いる
- C. エタノール液につけて洗浄するとよい
- D. 使用後はデシケータに保管するとよい

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17. 超薄切片にチャターが起こる原因はどれか。

- A. ナイフの逃げ角が小さい

- B. 切削面が大きい  
C. ナイフの刃角が小さい  
D. 切削速度がはやい

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. 樹脂切片の干渉色で薄い方から順に並んでいるのはどれか。

1. 銀灰金青紫  
2. 金銀灰紫青  
3. 灰銀金紫青  
4. 銀金青灰紫  
5. 灰銀金青紫

問19. 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. 刃先にゴミが付着している  
B. 逃げ角が大きい  
C. 切削速度がおそい  
D. 刃先にキズがある

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20. 超薄切片が連続してリボン状に切れない原因はどれか。

- A. 薄切にガラスナイフを用いた  
B. 試料を水溶性樹脂に包埋した  
C. 試料の切削面の上下端がナイフエッジに対して平行でない  
D. ナイフエッジが部分的に鈍い

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21. 電子染色について正しいのはどれか。

- A. 酢酸ウラニルの受け入れ、使用、保管、廃棄などは、年に2回文部科学省に報告する  
B. 鉛塩染色液は窒素に触れると沈殿を生じる  
C. 酢酸ウラニルはリン酸緩衝液に溶かすと安定する  
D. 鉛染色はリボソームのコントラストを高める

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. 電子染色について正しいのはどれか。

- A. 電子染色をしないと像はみえない  
B. 二重染色は酢酸ウラニル・鉛の順に行う  
C. グルタルアルデヒドには染色効果がある  
D. 原子番号の大きい金属を結合させることにより電子の散乱を増す

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23. トルイジンブルー染色について正しいのはどれか。

- A. 厚切り切片の染色に用いる  
B. 室温で十分に染色される  
C. 厚切り切片の厚さは0.5～1μmである  
D. 固定の悪いところが濃く染色される

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24. 電顕酵素組織化学の手順として正しいのはどれか。

- A. アルデヒド固定  
B. 四酸化オスミウム固定  
C. 脱水・置換・樹脂包埋  
D. 数十μm厚切片の作製  
E. 酵素反応

1. ABCDE 2. ABDEC 3. ADEBC  
4. ABEDC 5. AEBDC 6. ACDEB

問25. 電顕組織化学的にペルオキシダーゼ活性を検出する際に用いる試薬はどれか。

- A. ニトロブルー・テトラゾリウム  
B. 過酸化水素  
C. 過ヨウ素酸  
D. 3,3'-ジアミノベンチジン

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26. 免疫電顕法の包埋前染色法について正しいのはどれか。

- A. 主に凍結超薄切片を用いる  
B. 固定液には必ずグルタルアルデヒドを混ぜる。  
C. 包埋後染色法より抗原性の保持がよい  
D. 発色のためにDABを用いる

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27. 免疫電顕法の包埋後染色法について適切なのはどれか。

1. 抗原性の保持に優れるエポキシ樹脂で包埋する  
2. 切片はニッケルグリッドにのせる  
3. サポニンで処理すると染色性が增強される  
4. 一次抗体は包埋前染色法よりさらに希釈する  
5. 標識物質として主に1nm径のコロイド金を用いる

問28. 免疫電顕法について正しいのはどれか。

- A. 包埋前染色法では四酸化オスミウム固定を行うと反応性が弱くなる  
B. 包埋前染色法の抗体反応は金コロイドのサイズが大きい方が安定している  
C. 包埋後染色法では包埋樹脂を完全に取り除く必要がある  
D. 包埋後染色法では低温重合樹脂がよく使われる

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29. 急速凍結法について正しいのはどれか。

- A. 氷晶は凍結速度が速いと大きくなる  
B. 金属圧着法では冷却した純銅を使用する  
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30. フリーズフラクチャー法について正しいのはどれか。

- A. 組織の溶解には塩素系漂白剤が用いられる  
B. 膜内粒子は膜のE面に少なく観察される  
C. 蒸着源として通常パラジウムが用いられる  
D. 膜の真表面を観察できる

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31. 電顕オートラジオグラフィーについて正しいのはどれか。

- A. 露出は室温で行うのがよい  
B. エネルギーの弱いβ線は分解能が低い  
C. 切片へのカーボン蒸着はカブリの防止に役立つ  
D. 代謝経路を調べるのに用いる

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32. 引伸し機でフィルムをプリント（焼き付け）するときの正しい作業手順はどれか。

1. 露光→現像→定着→停止→水洗→乾燥  
2. 露光→水洗→現像→停止→水洗→乾燥  
3. 露光→現像→停止→定着→水洗→乾燥  
4. 露光→定着→水洗→現像→停止→水洗→乾燥  
5. 露光→停止→定着→水洗→現像→水洗→乾燥

問33. 倍率15万倍の電顕写真に100nmのスケールを入れるには長さを何mmにすればよいか。

問34. 走査電子顕微鏡の生物試料作製法で正しいのはどれか。

- A. タンニン酸と四酸化オスミウムで処理すると二次電子の発生効率が向上する  
B. 赤血球の固定には浸透圧が450mOsmの1%グルタルアルデヒド水溶液を用いる  
C. O-D-O法は細胞内の膜構造を剖出する方法である  
D. 臨界点乾燥法で酢酸イソアミルを用いるのはこの液が気化しやすいからである

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35. 走査電顕試料の金属コーティングの目的について正しいのはどれか。

- A. 試料表面に導電性を与える
- B. 二次電子の発生量を増やす
- C. 試料の内部を観察する
- D. チャージアップを増加させる

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36. 電子と試料との相互作用について正しいのはどれか。

- A. X線が発生する
- B. オージェ電子は発生しない
- C. 二次電子が発生する
- D. 電子の散乱は生じない

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37. 対物レンズの球面収差について正しいのはどれか。

- A. 対物絞りの孔径を小さくするほど大きくなる
- B. 電子顕微鏡の分解能に影響する
- C. 補正できる
- D. レンズの中心部を通る電子線が周辺部を通る電子線より強く曲げられるために生じる

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38. タングステンヘアピン型フィラメントを用いる電子銃について正しいのはどれか。

- A. フィラメントの先端はウェーネルト電極の先端より0.5mm程度出るようにセットする
- B. 熱電子放出型電子銃である
- C. 約1,000°Cに加熱して用いる
- D. フィラメント電流を上げていくとエミッション電流は飽和する

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39. 透過電子顕微鏡の一般的な操作として正しいのはどれか。

- A. 焦点合わせでマイクログリッドの孔の周囲にオーバーフリンジが現れたので対物レンズ電流を減らした
- B. 超薄切片の像コントラストを高めるために対物絞りの孔を小さくした
- C. 電圧軸調整をするためにイメージワブラーを使用した
- D. 拡大像の非点収差を補正するために電流軸を調整した

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40. 透過電顕像のコントラストについて正しいのはどれか。

- A. フレネル縞は散乱コントラストで生じる
- B. 電子染色の目的は散乱コントラストを高めることである
- C. 位相コントラストは焦点はずれ量に依存する
- D. 対物絞りを小さくすると位相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41. 走査電顕像のコントラストについて正しいのはどれか。

- A. 加速電圧を高くするとコントラストが高まる
- B. 試料を傾斜させるとコントラストが高まる
- C. 作動距離を短くするとコントラストが高まる
- D. 試料の組成の違いによるコントラストも含まれる

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42. 真空ポンプについて正しいのはどれか。

- A. 油回転ポンプは大気圧の状態からは作動させることができない
- B. 油拡散ポンプは油回転ポンプよりも高真空を作り出すことができる
- C. イオンポンプは真空オイルを使用していない
- D. ターボ分子ポンプは真空オイルを使用している

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43. 試料支持膜について正しいのはどれか。

- A. プラスチックマイクログリッドはカーボン補強なしで使用できる
- B. ホルムパール膜は湿式法でも作製できる
- C. コロジオン膜は乾式法でも作製できる
- D. ナフタレンはプラズマ重合膜の原料となる

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44. 透過電子顕微鏡の試料汚染防止について正しいのはどれか。

- A. 電子線を集束して観察する
- B. 写真フィルムを予備乾燥する
- C. 真空ポンプの油は長期間交換しない
- D. 冷却トラップを用いる

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45. 電顕像の記録法で正しいのはどれか。

- A. イメージングプレートは繰り返し使用できない
- B. CCDカメラは蛍光体を用いる
- C. 写真フィルムはハロゲン化銀の光化学反応を利用している
- D. イメージングプレート、CCDカメラ、写真フィルムの中で最も解像度がよいのはCCDカメラである

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46. 写真処理で正しいのはどれか。

- A. 現像液は酸性である
- B. 停止には1.5%酢酸水溶液を用いる
- C. 印画紙の号数が増すほど軟調になる
- D. 広視野の引伸しには焦点距離の長いレンズを用いる

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47. 走査電顕像の分解能を高めるための操作で正しいのはどれか。

- A. 加速電圧を低くする
- B. 対物可動絞りの孔径を小さくする
- C. プローブ電流を増やす
- D. 作動距離を短くする

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48. 走査電子顕微鏡の操作について正しいのはどれか。

- A. 試料表面構造を観察するために加速電圧を高くした
- B. 焦点深度を深くするために作動距離を長くした
- C. 試料の組成コントラストを得るために二次電子情報を検出した
- D. 試料ダメージを軽減するためにプローブ電流を減らした

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. 元素分析の方法について正しいのはどれか。

- A. EDSは分光結晶を用いてX線のエネルギーを選別する
- B. WDSはEDSよりエネルギー分解能が高い
- C. 絶縁物の分析を行う場合は金や白金を蒸着するのが望ましい
- D. WDS分析の場合、試料表面を平坦にする必要がある

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50. 正しいのはどれか。

- A. 走査トンネル顕微鏡は絶縁体試料の観察ができる
- B. 共焦点レーザー顕微鏡像から3次元立体構造の構築ができる
- C. 原子間力顕微鏡は水中に置かれた生物試料の表面構造を観察できない
- 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

## 2007 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)

13 題の問題のうち、問 1～問 7 は全問解答し、問 8～問 13 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. デスモソームとギャップ結合の形態と機能の違いについて、以下の空欄に該当する語句を下記の語群から選び、記号で答えなさい。

デスモソーム（接着斑）は上皮細胞などに斑状に存在する（ 1 ）であり、幅約（ 2 ）の細胞間隙の中央には電子密度の高い板状の（ 3 ）が膜に平行して存在する。デスモソームは、細胞間あるいは細胞と基底膜間の（ 4 ）を高める機能をもつ。ギャップ結合（狭間隙結合、ネクサス）は、幅約（ 5 ）の細胞間隙を隔てて 2 枚の細胞膜が平行しており、隣接する 2 枚の細胞膜上の（ 6 ）が細胞間隙を横切って接着している。ギャップ結合は主として、イオンや分子量約 1,000 以下の物質を通す（ 7 ）の場としての機能をもつ。

#### 【語群】

- A. 膜内粒子（コネクソン） B. 介在板（境界板） C. 細胞間接着装置  
D. 電気的・化学的細胞間コミュニケーション E. 機械的結合力  
F. 30nm G. 3 $\mu$ m H. 2nm J. 20nm K. ヘミデスモソーム  
L. 接着帯

問 2. ラットの肝臓の透過電顕試料を急速凍結法以外の方法で作製したい。

超微形態の保持を目的とした固定法を用いた試料作製法について、試料の採取から樹脂包埋までの一連の手技を簡単に説明しなさい。

問 3. 次の文章はアクリル系樹脂について述べたものである。文中の（ ）にあてはまる最も適切な語句を下記の語群から選び、記号で答えなさい。

アクリル系樹脂では、（ 1 ）の存在下で重合が阻害されるので注意が必要である。実際の操作では脱水剤に（ 2 ）の使用を避け、ゼラチンカプセルの口いっぱいまで樹脂を充填し、蓋をしっかりと（ 3 ）と極力触れないようにして樹脂包埋を行う。厳密には樹脂混合時あるいは重合時に（ 3 ）を（ 4 ）に置換して行ったほうがよい。また、（ 5 ）は紫外線を妨げて樹脂の重合を阻害するので、紫外線重合を行う場合には用いない。

#### 【語群】

- A. ヘリウム B. 酸素 C. 空気 D. 窒素ガス E. 炭酸ガス  
F. メタノール G. アセトン H. エタノール J. 四酸化オスミウム  
K. アクロレイン L. グルタルアルデヒド

### 選択問題（動物）

問 8. 右の写真はラットの切歯のエナメル質形成細胞（エナメル芽細胞）である。

N は正常細胞の核、1～6 はアポトーシスを起こした細胞の断片である。次の設問に答えなさい。

- これらの細胞断片の名称を述べなさい。
- 正常細胞の N に相当するアポトーシス細胞の構造は 1～6 のうちどれか。理由と共に示しなさい。
- この透過電顕像から、アポトーシスの特徴を一つ述べなさい。
- A は細胞内線維の束である。エナメル芽細胞は上皮細胞であるが、この線維の名称と細胞内での働きを説明しなさい。

問 4. 次の文中の（ ）にあてはまる最も適切な語句を下記語群から選び、記号で答えなさい。

急速凍結法は、浸漬法と金属圧着法が一般的である。このうち、浸漬法では（ 1 ）と（ 2 ）の温度差が大きく、かつ（ 1 ）ができるだけ低い（ 3 ）が使用される。一方、金属圧着法では融点が低い液体（ 4 ）が冷媒として最適である。なお、金属の種類としては、熱伝導率の高い（ 5 ）がよく使用される。

#### 【語群】

- A. 白金 B. プロパン C. 沸点 D. 窒素 E. 銅 F. ヘリウム  
G. 融点 H. イソペンタン J. 氷点 K. 酸素 L. フレオン  
M. 鉄

問 5. 包埋前染色法と包埋後染色法について、固定から観察までの操作手順を示しなさい。

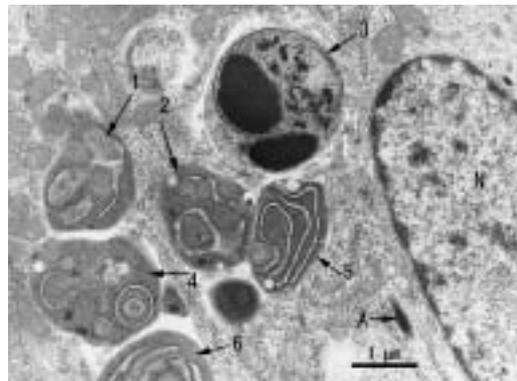
問 6. 小腸でアルカリホスファターゼ活性の局在を酵素細胞化学により電子顕微鏡で検出したい。試料作製法および検出部位について説明しなさい。

問 7. 小動物の灌流固定試料を作製し、小腸を走査電子顕微鏡で観察したい。次の設問に答えなさい。

- 試料作製手順を下記の語群から語句を選び、順番に並べて完成させなさい。
- 小腸の内腔表面をきれいに走査電子顕微鏡で観察するには、上記の試料作製のどの過程でどのような工夫が必要か。
- 固定組織から小腸の断面の試料を作製したい。どのようにすればよいか。

#### 【語群】

金属コーティング、血管からの固定液の灌流、動物の麻酔、エタノール脱水、樹脂、エッチング、包埋、導電染色、載台、臨界点乾燥、超薄切、電子染色



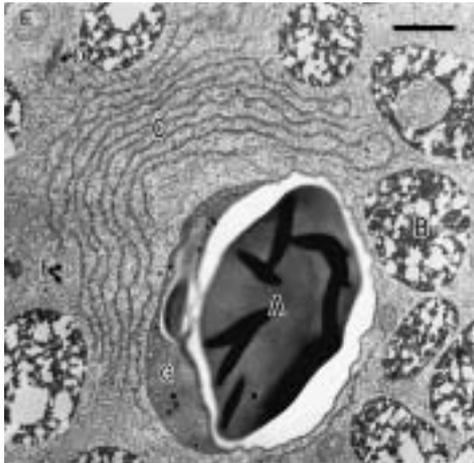
問9. 次の文章は、マウス肝臓でアルブミンの電子顕微鏡レベルの局在を、徳安法による凍結超薄切片法で観察する際の試料作製法について述べている。次の文中の( )に適切な語句を挿入し、文章を完成させなさい。( 5 )については、[1nm, 10nm, 40nm]の中から一つ選択し、解答欄に記入しなさい。(10点)

固定した試料をトリミング後、( 1 )の濃度を徐々に上げ最終的に2.3Mの( 1 )液に浸漬させ( 2 )で凍結する。凍結した試料は( 2 )中で長期保存可能である。100nm前後の超薄切片を作製する際、( 3 )°C程度の温度で薄切する。切片の回収は、( 1 )液滴でピッ

クアップするが、パラホルムアルデヒド単独固定のように弱い固定の際は、( 1 )液にゼラチンまたは( 4 )を混ぜ、表面張力を下げる。グリッドに回収した凍結超薄切片はブロッキング後、ウサギ抗マウス・アルブミン抗体と反応させ、引き続き二次抗体として( 5 )径の金コロイド標識の抗ウサギ抗体を選択し、免疫染色を行う。免疫染色後、微細構造の可視化には、( 4 )と酢酸ウラニルの混液を用い、包埋と染色を同時に行う。( 4 )の代わりにポリビニルアルコールも使用されることがある。

### 選択問題 (植物)

問10. 下の写真はエンドウ種子形成途中に見られる胚軸皮層細胞の透過電顕像である。下記の各設問に答えなさい。



- 1) 写真中のA, B, C, D, Gの名称を記入しなさい。
- 2) A~Gの中で、二重の膜に囲まれた構造はどれか。記号で答えなさい。
- 3) 写真右上のスケールバーの単位として適切なものは次のどれか。  
10µm 1µm 0.1µm
- 4) 写真から推定できるこの細胞の機能を一つあげなさい。

問11. 植物試料を固定・包埋する時の留意すべき点を①固定液, ②浸透, ③樹脂, ④染色の項目について簡単に説明しなさい。

### 選択問題 (微生物)

問12. 鞭毛をもつ細菌の全体像を観察したい。適切な方法を2つあげなさい。2つの方法のうちの1つについて、その特徴と操作手順を述べなさい。

問13. 酵母細胞は細胞壁を有するため、研究目的に合わせた試料作製法を選ばなければならない。下記の観察に適した固定法と手順を具体的に述べなさい。

- 1) 膜系オルガネラ
- 2) 細胞骨格

## 2007 年度日本顕微鏡学会電子顕微鏡技術認定試験一級技士 II (鏡体・共通技術)

13 題の問題のうち、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. 電子レンズの収差に関する以下の設問に答えなさい。

- 1) 回折収差は電子の何に基づく収差か。
- 2) 回折収差は取り除くことが可能か。
- 3) 球面収差は電子線の開き角を大きくするにつれて大きくなるか、小さくなるか。
- 4) 球面収差の補正は可能か。
- 5) 非点収差の原因を 2 つあげなさい。
- 6) 非点収差の補正には、低倍率ではマイクログリッドの孔の縁に見られるフレネル縞を、また高倍率では非晶質薄膜像を利用できる。  
①フレネル縞の状態がどのようになればよいか。  
②非晶質薄膜像の状態がどのようになればよいか。
- 7) 色収差の原因を 2 つあげなさい。

問 2. 集束絞りおよび対物絞りが光軸からずれている場合、透過電顕像観察時に生じる不具合について述べなさい。

問 3. 透過電顕像のコントラストについて以下の設問に答えなさい。

- 1) コントラストには 2 種類あるが、その名称と具体例を一つずつ書きなさい。
- 2) 回折コントラストは 2 種類のコントラストのどちらに属するか、属するコントラストの名称を書きなさい。
- 3) 暗視野像を得るには対物絞りをどのように設定すればよいか。

問 4. 試料汚染防止のために次の 3 つの操作を行った。このような操作がなぜ必要なのかその理由をそれぞれの操作について簡単に述べなさい。

- 1) 観察前に試料を予備加熱した。
- 2) 使用前に写真用フィルムを真空乾燥した。
- 3) 出来る限り短い時間で観察を行った。

### 選択問題

問 8. 電子回折に関する以下の設問に答えなさい。

- 1) 単結晶試料、多結晶試料および非晶質試料の電子回折パターンの特徴をそれぞれ述べなさい。
- 2) 波長  $\lambda$  (m) の電子線が原子面間隔  $d$  (m) の原子面に  $\theta$  の角度で入射すると、ブラッグ条件を満足するときに反射波は強めあい、回折波を生じる。ブラッグ条件の式を書きなさい。

問 9. 透過電子顕微鏡の電流中心と電圧中心のそれぞれについて、軸が合っているかどうかを確認する方法、ならびに電流軸、電圧軸を調整する方法を述べなさい。

問 10. 低真空タイプの走査電顕による観察でのメリットとデメリットをそれぞれ 2 つ述べなさい。

問 11. 以下の文章の ( ) 内に当てはまる語句を語群の中から選び、記号を解答欄に記入しなさい。

走査電子顕微鏡は、電子銃から放出された電子をコンデンサーレンズと ( 1 ) で細く絞り、( 2 ) の磁界変化により、表示 CRT の走査と同期して X-Y 二次元走査をしながら拡大像を得る。真空中で電子線を物体(試料)表面に照射すると、電子と試料の相互作用により ( 3 )、( 4 )、( 5 )、陰極光などが生じることが知られている。表面構造に対応する像を得る場合は ( 3 ) が、原子番号に依存した像を得る場合は ( 4 ) が用いられている。

問 5. 走査電顕像のコントラストについて述べた次の文章の ( ) にあてはまる語句を下記の語群から選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

電子線を試料に照射すると、試料表面から二次電子が発生する。発生した二次電子が ( 1 ) に寄与し、走査電顕像が得られる。二次電子の発生量は試料の表面状態に依存し、( 2 ) に対し ( 3 ) している表面部分では発生量が多くなり、コントラストが生じる。これを ( 4 ) という。また、( 5 ) や ( 6 ) では、( 7 ) により、平坦な部分よりも二次電子の発生量が多くなり、コントラストが高くなる。また、( 8 ) が大きいほど二次電子放出率が ( 9 ) なるので、組成の異なる試料では、コントラストが生じやすい。これを ( 10 ) という。

#### 【語群】

- A. 試料端 B. 傾斜 C. 原子番号効果 D. 入射電子線 E. 大きく  
F. 像形成 G. エッジ効果 H. 原子番号 J. 突起物  
K. 傾斜角効果 L. 小さく M. 平坦

問 6. 走査電顕観察において、導電処理として金属コーティングがよく行われる。以下の設問に答えなさい。

- 1) 金属コーティングの方法を二つ述べなさい。
- 2) 使用する材料を二つ述べなさい。

問 7. ネガフィルムの引伸しについて以下の設問に答えなさい。(10 点)

- 1) 引伸しレンズの絞りを 5.6 から 11 に変えたときには、露光時間を長くすべきか、短くすべきか理由とともに答えなさい。
- 2) 引伸し倍率を 2 倍から 5 倍にするとレンズと印画紙の距離は 2 倍のときの何倍になるか。ただし、レンズの公式  $1/a+1/b=1/f$  ( $a$ : レンズとネガフィルムの距離,  $b$ : レンズと印画紙の距離,  $f$ : レンズの焦点距離) が成り立つものとする。

#### 【語群】

- A. 特性 X 線 B. 電子 C. 焦点深度 D. 反射電子  
E. 作動距離 F. 対物レンズ G. フィラメント電流  
H. 二次電子 J. 走査コイル K. プローブ電流

問 12. ガラス基板上に存在する  $1\mu\text{m}$  程度の非導電性試料を走査電子顕微鏡の EDS で組成分析を行う場合の注意点を 2 つ述べなさい。

問 13. 図は油回転ポンプと油拡散ポンプを組み合わせた真空系を示している。真空槽を粗引きしているときと高真空になっているときの  $V_1 \sim V_5$  のバルブは開いているべきか、閉じているべきか、開いている場合を○、閉じている場合を×として解答欄に記入しなさい。(10 点)

