

## 2006 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. 真核生物はどれか。

1. プリオン
2. ウイルス
3. マイコプラズマ
4. 真菌
5. 細菌

問2. DNA を持つ細胞小器官はどれか。

- A. ミトコンドリア
  - B. ライソソーム
  - C. 葉緑体
  - D. 小胞体
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. 細胞壁について正しいのはどれか。

- A. 原核生物のみがもつ構造である
  - B. 細胞の形態を保持する
  - C. 細胞膜の外側にある
  - D. 細胞分裂時には一時的に消失する
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4. 哺乳類において細胞膜以外の細胞小器官を欠く細胞はどれか。

1. 骨細胞
2. 脂肪細胞
3. 赤血球
4. 平滑筋細胞
5. 線維芽細胞

問5. 正しいのはどれか。

- A. グルタルアルデヒドはアクロレインよりも組織への浸透性が速い
  - B. パラホルムアルデヒドはグルタルアルデヒドよりもタンパク質の架橋強度が強い
  - C. タンニン酸は微小管のサブユニット構造の観察に適している
  - D. 四酸化オスミウムはリン脂質（不飽和脂肪酸）を固定する
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6. 固定剤で揮発性が高いのはどれか。

- A. パラホルムアルデヒド
  - B. アクロレイン
  - C. 過マンガン酸カリウム
  - 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7. グルタルアルデヒドについて正しいのはどれか。

- A. 脂質をよく固定する
  - B. 還元剤である
  - C. 固定された組織は黒色になる
  - D. 2個のアルデヒド基をもつ
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. 緩衝液について正しいのはどれか。

- A. 固定液の浸透圧を一定に保つ
  - B. 固定液の pH を一定に保つ
  - C. タンパク質に対する固定効果をもつ
  - D. リン脂質に対する固定効果をもつ
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9. 四酸化オスミウムについて正しいのはどれか。

- A. 蒸気は無毒である

- B. 強力な酸化剤である
  - C. 純水に溶解するとアルカリ性の液になる
  - D. 常温では淡黄色あるいは無色の針状結晶である
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10. 脱水について正しいのはどれか。

- A. 動物組織の脱水にはエタノールが一般的に用いられる
  - B. アクリル系樹脂を用いるときはアセトンで脱水する
  - C. 低濃度でのエタノール脱水は低温で行う方がよい
  - D. エタノールはアセトンに比べ吸湿性が高い
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11. エポン 812 系樹脂について正しいのはどれか。

- A. 人体に対して強い毒性はない
  - B. 混合調整した樹脂はフリーザーで保存できる
  - C. 残った樹脂は重合硬化して廃棄する
  - D. 手指に付着した樹脂はアセトン溶剤を用いて拭き取る
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12. 樹脂について正しいのはどれか。

- A. Spurr 樹脂はエポキシ系樹脂である
  - B. アクリル系樹脂はエポキシ系樹脂に比べ重合時の収縮が大きい
  - C. エポキシ系樹脂の重合には紫外線を用いる
  - D. アラルダイト樹脂はポリエステル系樹脂である
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13. 脱水剤について正しいのはどれか。

1. 分子量が小さいほど脱水が速く、試料の収縮が小さい
2. 分子量が小さいほど脱水が速く、試料の収縮が大きい
3. 分子量が大きいほど脱水が速く、試料の収縮が小さい
4. 分子量が大きいほど脱水が速く、試料の収縮が大きい
5. 分子量は、脱水速度、試料の収縮度に影響を及ぼさない

問14. 樹脂切片は干渉色によっておよその厚さを知ることができる。薄い方から順に並んでいるのはどれか。

1. 灰 銀 金 青 紫
2. 銀 灰 金 青 紫
3. 金 銀 灰 紫 青
4. 銀 金 青 灰 紫
5. 灰 銀 金 紫 青

問15. 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. 薄切面が大きい
  - C. ナイフの刃角が小さい
  - 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16. ガラスナイフについて正しいのはどれか。

- A. 刃角は通常 45 度である
  - B. ナイフメーカーで作製した場合、良好な刃先は右端である
  - C. 刃先にギザギザが見える部分は使用できない
  - D. ポート液面が少し盛り上がった状態で用いる
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17. 薄切の際、ポートの水面に切り出された切片がブロックに引きずられてナイフの裏面やブロック面に付着する原因はどれか。

- A. ポート内の水が多すぎる
- B. ナイフの逃げ角が小さすぎる

C. ナイフの刃角が小さすぎる

D. ブロックが硬すぎる

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. 電子染色について正しいのはどれか。

A. 切片染色には酢酸ウラニルと鉛塩による二重染色法がよく用いられる

B. 酢酸ウラニルは二酸化炭素に触れると沈殿を生じる

C. 鉛染色では酢酸鉛やクエン酸鉛が用いられる

D. ブロック染色には鉛塩溶液を用いるのが一般的である

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19. ネガティブ染色法について正しいのはどれか。

A. 酢酸ウラニルがよく使われる

B. クエン酸鉛水溶液と混和した試料を支持膜に滴下する

C. 必ず化学固定を行う

D. ポジティブ像が得られることもある

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. エポキシ樹脂包埋切片を顕微鏡用にトルイジンブルー染色する際に正しいのはどれか。

A. 染色液は約5%濃度で用いる

B. 通常は厚さ0.5～1.0 $\mu\text{m}$ の切片を用いる

C. 通常は加温染色する

D. 脱樹脂して染色する

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21. 酵素と細胞小器官の組合せで正しいのはどれか。

A. 塩基性ホスファターゼ —— ライソソーム

B. チアミンピロホスファターゼ —— ゴルジ装置

C. ペルオキシダーゼ —— ペルオキシソーム

D. チトクロームオキシターゼ —— 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22. 組織中の酵素活性検出を試みたが反応が弱かった。対策で正しいのはどれか。

A. 反応時間を延長する

B. 反応液の温度を4 $^{\circ}\text{C}$ に保つ

C. 反応液の基質量を減らす

D. 固定条件を検討する

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23. 超薄切片をグリッドに載せた後、抗原Xの細胞内局在を検出したい。手順で正しいのはどれか。

A. グルタルアルデヒド固定

B. 電子染色

C. ウシ血清アルブミン処理

D. コロイド金標識ウサギIgG反応

E. ウサギ抗X抗体反応

1. CEDAB 2. CAEBD 3. DEACB

4. ACEDB 5. BDEAC

問24. 免疫電顕法の包埋後染色法 (post-embedding method) について正しいのはどれか。

A. 切片が薄いほど抗原性が保たれやすい

B. 切片はニッケルグリッドに載せる

C. 二重標識が可能である

D. エポキシ樹脂はLR Whiteよりも抗原性の保持が良い

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25. 免疫電顕法の包埋前染色法 (pre-embedding method) について正しいのはどれか。

A. 主に凍結超薄切片を用いて染色する

B. 固定液には必ずグルタルアルデヒドを混入する必要がある

C. 包埋後染色法より検出感度が良い

D. DAB法が用いられる

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26. 凍結技法で正しいのはどれか。

A. 含水量が多い試料では氷晶形成は起こりにくい

B. 浸漬法では液化プロパンがよく使われる

C. 高圧凍結法では凍結速度が速い

D. 液体ヘリウムを用いた金属圧着法では深部約20 $\mu\text{m}$ まで凍結良好である

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27. 正しいのはどれか。

A. 液体窒素は浸漬凍結法に適している

B. 凍結速度が遅いと氷の結晶が成長し微細構造を破壊する

C. 凍結置換にはオスミウム・アセトン液がよく用いられる

D. 凍結置換は-20 $^{\circ}\text{C}$ のフリーザーで行う

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28. 電顕オートラジオグラフィーで正しいのはどれか。

A. 乳剤の厚さは分解能に影響する

B. 放射性核種として $^{32}\text{P}$ がよく用いられる

C. 数時間以上の長時間露出は避ける

D. 現像・定着処理し、銀粒子を観察する

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29. 走査電子顕微鏡の生物試料処理で正しいのはどれか。

A. 赤血球を固定するのに浸透圧が450mOsmの固定液を用いる

B. O-D-O法は細胞内の膜構造を剖出する方法である

C. 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良くなる

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30. 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. 試料の組成の違いを際立たせる

B. 二次電子の発生量を増す

C. 試料の内部構造を観察する

D. 試料表面に導電性を与える

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31. 2万倍で撮影したネガを2.5倍に引き伸ばした。このプリントに1 $\mu\text{m}$ のスケールバーを入れるには、長さを何mmにすればよいか。数値を解答欄に記入しなさい。

問32. ネガ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→水洗→定着→停止→水洗→乾燥

2. 露光→水洗→現像→停止→水洗→乾燥

3. 露光→停止→定着→水洗→現像→水洗→乾燥

4. 露光→定着→水洗→現像→停止→水洗→乾燥

5. 露光→現像→停止→定着→水洗→乾燥

問33. 正しいのはどれか。

A. 光学顕微鏡の分解能は1 $\mu\text{m}$ 程度である

B. 顕微鏡の理論的な分解能は波長が短いほど高くなる

C. 電子顕微鏡では試料の色は観察できない

D. 電子顕微鏡には色収差は存在しない

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34. 電子銃について正しいのはどれか。

A. 熱電子放出型電子銃の電子線強度はフィラメント電流に比例する

- B. 電界放出型電子銃の陰極にはホウ化ランタンチップが使われる
- C. 冷陰極タイプ電界放出型電子銃には  $10^{-8}$  Pa の真空度が必要である
- D. ヘアピン型タングステンフィラメントの寿命はホウ化ランタンチップより短い

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. 透過電子顕微鏡のレンズについて正しいのはどれか。

- A. 対物レンズの像面は制限視野絞り位置と一致している
- B. ボールピースの材料は非磁性でなければならない
- C. 温度を一定に保つために冷却水を流す
- D. 照射系レンズの励磁電流を変化させると拡大像が回転する

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36. 透過電子顕微鏡の対物レンズ収差について正しいのはどれか。

- A. 回折収差はレンズをいかに改良しても取り除けない
- B. 球面収差は絞りの孔径を大きくするほど小さくなる
- C. 非点収差は補正できない
- D. 試料が厚いと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. 非点収差の原因で正しいのはどれか。

- A. 加速電圧の変動
- B. レンズ電流の変動
- C. レンズ磁界の非対称性
- D. 絞りの汚れ

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. 透過電顕像について正しいのはどれか。

- A. 加速電圧を高くすると散乱コントラストは低くなる
- B. 対物絞りを小さくすると散乱コントラストは高くなる
- C. 電子染色の主な目的は回折コントラストを高くすることである
- D. 位相コントラストはレンズの球面収差に影響されない

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39. 走査電子顕微鏡について正しいのはどれか。

- A. 加速電圧を高くするとスポットサイズが大きくなる
- B. 加速電圧を高くすると分解能が高くなる
- C. 加速電圧を低くするとチャージアップが減少する
- D. 加速電圧を低くすると二次電子の発生効率が低くなる

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. 走査電顕像について正しいのはどれか。

- A. 試料を傾斜させるとコントラストが高くなる
- B. 加速電圧を高くするとコントラストが高くなる
- C. 試料の組成の違いによるコントラストも含まれる
- D. 試料表面の凹凸が大きいとコントラストが低くなる

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41. 走査電顕像の解像度を高めるための操作で正しいのはどれか。

- A. コンデンサーレンズ電流を強励磁にする
- B. 試料を傾斜させる
- 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42. 低真空走査電子顕微鏡について正しいのはどれか。

- A. 電子銃付近と試料室の真空度が大きく異なる
- B. 高分解能観察を主目的とした装置である
- C. 油分や水分を含んだ試料の観察が可能である
- D. チャージアップ現象を抑えるために試料に金属コーティングが必要である

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43. 抵抗加熱蒸着法について正しいのはどれか。

- A. 予備加熱時には試料を遮蔽板で覆う
- B. 予備加熱してガス放出がなくなることを確認する
- C. 試料と蒸着源の距離をできるだけ短くする
- D. 高融点金属を蒸着するのに適している

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44. シアドウイングについて正しいのはどれか。

- A. 蒸着材料として白金パラジウムが使われる
- B. 蒸着角度は大きい方がよい
- C. 蒸着源を徐々に加熱すればガス放出はない
- D.  $10^{-3}$  Pa より高い真空度で行う

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45. 油回転ポンプのオイル劣化について正しいのはどれか。

- A. 排気能力は変わらない
- B. 着色する
- C. 油蒸気が鏡体内へ逆流しやすくなる
- D. 粘性が高くなる

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46. 生物切片の電子線損傷について正しいのはどれか。

- A. 加速電圧を高くすると損傷は減少する
- B. 電子染色により損傷を受けやすくなる
- C. 集束可動絞りを大きくするほど損傷は減少する
- D. 試料の冷却は損傷の減少に有効である

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47. 正しいのはどれか。

- A. 現像液はアルカリ性である
- B. 現像液は通常  $20^{\circ}\text{C}$  で使用する
- C. 現像速度は現像液の温度に関係ない
- D. 露光時間を長くすると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48. イメージングプレートについて正しいのはどれか。

- A. フィルムより感度が低い
- B. フィルムより解像度が高い
- C. フィルムよりダイナミックレンジが広い
- D. 繰り返し使用できる

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49. EDS について正しいのはどれか。

- A. 分光結晶を用いて X 線のエネルギーを選別する
- B. X 線の分析感度が高い
- C. 同時に多元素の分析が可能である
- D. WDS よりエネルギー分解能が高い

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50. 正しいのはどれか。

- A. 共焦点レーザー顕微鏡では試料の三次元構造が得られる
- B. 共焦点レーザー顕微鏡では液体中の試料観察ができない
- C. 原子間力顕微鏡では試料内部の構造情報が得られる
- D. 原子間力顕微鏡では導電試料から絶縁体までの試料が観察できる

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

## 2006 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 は必須問題、問 8～問 13 は選択問題である。問 1～問 7 についてはすべてに解答し、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. 多細胞生物の細胞間結合装置の名称を 4 つあげて、その働きを簡潔に説明しなさい。

問 2. 次の文章中の ( ) にあてはまる最も適切な語句や数字を語群から選び、記号で答えなさい。

緩衝液は固定液の pH や浸透圧の調整という重要な役割をもっている。固定液の pH は、通常、動植物、微生物ともに ( 1 ) で使用される。最も一般的に使用される緩衝液は ( 2 ) 緩衝液であり、ゼーレンゼン液やミロニック液が用いられる。酵素組織化学の前固定の緩衝液としては ( 3 ) 緩衝液がよく用いられるが、毒性のある ( 4 ) が含まれるので取り扱いに注意が必要である。

固定液の浸透圧は固定剤の濃度と緩衝液の濃度によって変えることができる。浸透圧は試料の種類によって適切な圧が異なるが、情報がない場合は通常、動物の体液の浸透圧を参考にす。哺乳動物体液の浸透圧は約 ( 5 ) であり、固定液の浸透圧は動物体液よりもやや ( 6 ) めに調整する。特殊な例としてカルノフスキー液という固定液があるが、この固定液の組成は 5% ( 7 ) ・4% ( 8 ) / ( 9 ) M ( 2 ) 緩衝液または ( 3 ) 緩衝液で、非常に高浸透圧である。また、後固定として用いる四酸化オスミウムの固定温度は、通常 ( 10 ) である。

#### 【語群】

A. 6.2～6.4 B. 7.2～7.4 C. 7.8～8.0 D. リン酸  
E. カコジル酸 F. 重クロム酸 G. カドミウム H. ヒ素 J. 鉛  
K. 200mOsm L. 300mOsm M. 400mOsm N. 高 O. 低  
P. パラホルムアルデヒド Q. グルタルアルデヒド R. アクロレイン  
S. 0.1 T. 0.2 U. 0.5 V. -10°C W. 4°C X. 37°C

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。

エポキシ樹脂の重合は樹脂と硬化剤の化学反応によるが、その際に用いる加速剤は化学反応を ( 1 ) するだけで、それ自身は重合しない。Luft 法で用いられる Epon 812, DDSA, MNA の混合比が正確でないと、いずれかが ( 2 ) になり、ちょうど ( 3 ) を入れた時と同様に硬化物が ( 4 ) なる。また、DMP-30 の量が多いと硬化時間は ( 5 ) なるが、硬化物は脆くなるばかりでなく亀裂が入る場合もあるので、DMP-30 の量は特に注意しなければならない。

### 選択問題 (動物)

問 8. 膵臓は外分泌部と内分泌部に分かれている。次の各設問に答えなさい。

- 次の文章は外分泌部あるいは内分泌部の特徴を記している。外分泌部と内分泌部に該当するものを選び、記号で答えなさい。
  - 直径 200～300nm 前後の比較的小きな顆粒を含む細胞が集まっている。
  - 直径 1μm に達する大きな顆粒を含む細胞が集まっている。
  - 顆粒の中に酵素を含んでいる。
  - 層板状の粗面小胞体がよく発達しており、光顕的にはエルガストプラズムと呼ばれる。
- 内分泌部の名称を記入し、そこから分泌されるホルモン名を 3 つ述べなさい。

#### 【語群】

A. 短く B. 促進 C. 化学反応 D. 置換剤 E. 硬化剤  
F. 余分 G. 長く H. 軟らかく J. 可塑性 K. 硬く

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。

凍結割断エッチングでは、氷の昇華速度は ( 1 ) と ( 2 ) に依存している。( 2 ) が低い場合には氷の昇華速度は ( 3 ) が、( 1 ) を高くすることによって、昇華速度を速くすることができる。しかし、氷の再結晶を誘導する恐れがあるので ( 2 ) を高くするのはなるべく避けた方がよい。良いエッチング試料を作製するための重要なポイントは、できるだけ ( 4 )、( 5 ) の条件下で徐々に氷を昇華することである。

#### 【語群】

A. 遅い B. 温度 C. 融点 D. 低真空 E. 高温 F. 熱伝導  
G. 湿度 H. 低温 J. 真空度 K. 沸点 L. 速い M. 高真空

問 5. ウルトラミクロトームの試料送り機構を 2 種類記し、エポキシ系樹脂に包埋した試料の光顕切片標本並びに電顕切片標本の作製手順を詳しく述べなさい。

問 6. 免疫電顕法の包埋前染色法、包埋後染色法、凍結超薄切片法について長所と短所をあげて比較し、下記の表を完成させなさい。

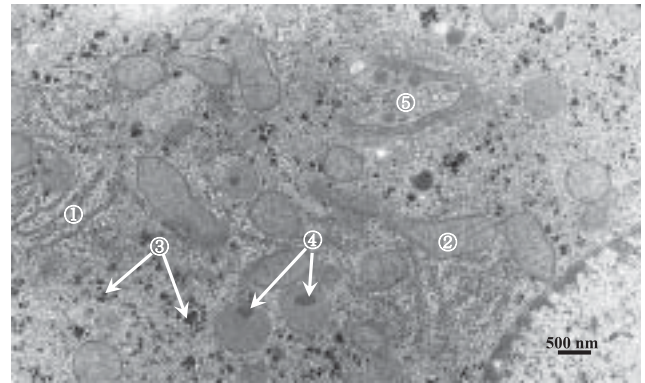
問 7. 小動物の腎臓を走査電子顕微鏡で観察したい。次の各設問に答えなさい。

- 一般的な試料作製法について関連した語句を語群から選び、作製手順を順に並べなさい。
- 腎臓の腎小体の断面をきれいに露出するにはどのような工夫が必要かを述べなさい。
- 尿細管のミトコンドリアや細胞小器官の三次元構造を明らかにするにはどのような工夫が必要かを述べなさい。

#### 【語群】

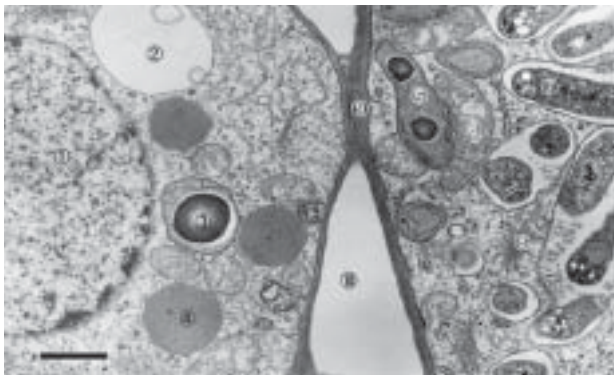
金属コーティング、血管からの固定液の灌流、動物の麻酔、アルコール脱水、エッチング、樹脂包埋、導電染色、載台、臨界点乾燥、超薄切、電子染色

問9. 右の写真はラット肝細胞の電顕像である。①から⑤の名称を記入し、それぞれの働きを簡潔に説明しなさい。



### 選択問題（植物）

問10. 下の写真はダイズ根粒中の感染細胞と非感染細胞の透過電顕像である。次の各設問に答えなさい。スケールバーは1 $\mu$ mを示している。



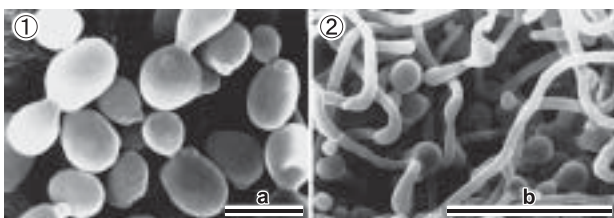
- 1) 写真中の②, ③, ⑤, ⑦, ⑩の名称を記入しなさい。
- 2) ①~⑩の中で、独自のDNAを持つものを、名称ですべて記入しなさい。
- 3) 写真中の左右の細胞の特徴を1つずつ述べなさい

### 選択問題（微生物）

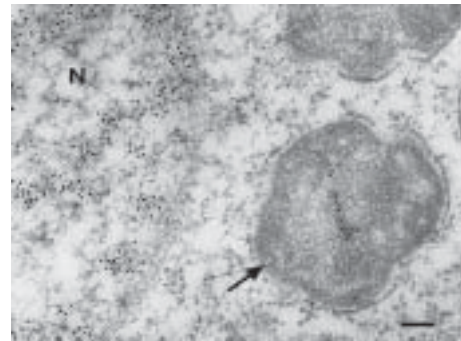
問12. ウイルスは細胞がないと増殖できない。一般に培養上清中や感染細胞の表面上には多数のウイルス粒子が存在し、感染細胞内や表面膜にはウイルス由来の特異抗原が出現する。次の各設問について具体的に答えなさい。

- 1) 感染細胞内のウイルス粒子の構造を観察する方法
- 2) 感染細胞のウイルス由来特異抗原を観察する方法

問13. 下の写真①と②は真菌（*Candida albicans*）の走査電顕像である。次の各設問に答えなさい。



問11. 下の写真は緑色植物ではない真核細胞について免疫電顕法（包埋後染色法）を施した電顕像である。次の各設問に答えなさい。Nは核を、スケールバーは100nmを示している。



- 1) LR ホワイト樹脂を用いて写真のような結果を得る包埋後染色法の手順を説明しなさい。
- 2) 核内および矢印で示した細胞小器官に反応している黒い粒子（標識物質）は何か。
- 3) この方法で検出された抗原（分子）、並びに矢印で示した細胞小器官は何か。その理由も述べなさい。

- 1) *C. albicans* は栄養などの環境条件により、写真①または②の形態をとる。①と②は各々何形と呼ばれるか。また、これら両方の形態を示す真菌の性状を何というか。
- 2) スケールバー a と b の値はどれくらいか。適切な値を語群から選び、記号で答えなさい。
- 3) 写真②のサンプルを走査電顕試料とする際、作製過程で留意すべき点を述べなさい。

【語群】

- A. 1nm B. 10nm C. 5nm D. 50nm E. 100nm F. 1 $\mu$ m  
G. 5 $\mu$ m H. 20 $\mu$ m J. 50 $\mu$ m K. 100 $\mu$ m L. 1mm

## 2006 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)

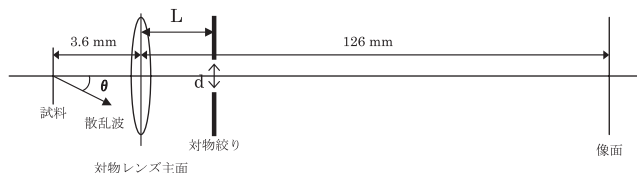
13 題の問題のうち問 1～問 7 は全問解答し、問 8～問 13 はその中から 3 問を選んで解答しなさい。なお、選択しなかった問の解答欄には、大きく×印を記入しなさい。

### 必須問題

問 1. 顕微鏡の分解能  $d$  は、波長を  $\lambda$ 、開き角を  $\theta$ 、試料と対物レンズ間の媒質の屈折率を  $n$  とすれば、 $d=0.61\lambda/(n\sin\theta)$  と表すことができる。透過電子顕微鏡の場合は  $d=0.61\lambda/\theta$  と近似することができる。次の各設問に答えなさい。

- 電子顕微鏡の分解能が  $d=0.61\lambda/\theta$  と近似することができる理由を述べなさい。
- 開き角  $\theta$  を変えずに加速電圧を高くすると分解能  $d$  の値は大きくなるか、小さくなるか。理由も述べなさい。

問 2. 模式図で示すような、透過電子顕微鏡の対物レンズ主面から、試料ならびに像面までの距離がそれぞれ 3.6 mm、126 mm の光学系において、次の各設問に答えなさい。ただし、対物レンズは収差のない完全なレンズとする。



- 対物絞りの位置はどこか。対物レンズ主面からの距離  $L$  を求めなさい。
- この系において、試料で散乱された電子線のうち  $\theta=0 \sim 10\text{mrad}$  までの電子線を用いて結像させたい場合、どれくらいのサイズの対物絞りを挿入すればよいか。絞りの直径  $d$  を求めなさい。

問 3. 次の文章は電子レンズの収差に関する記述である。文中の( )にあてはまる最も適切な語句を解答欄に記入しなさい。

- 回折収差は電子が( 1 )を有するために生じる収差である。この収差を小さくするには、電子線の波長を( 2 )するか、あるいは電子線の開き角を( 3 )する必要がある。
- 球面収差はレンズの( 4 )を通る電子線がレンズの( 5 )を通る電子線よりも強く曲げられるために生じる収差である。この収差は電子線の( 6 )の 3 乗に比例するので( 7 )い孔径の絞りをを用いるほど小さくできる。
- 加速電圧が変動すると、電子の速度にバラツキが生じる。色々な速度の電子がレンズに入射すると、速度の( 8 )電子は速度の( 9 )電子よりも強く曲げられるため、像のボケが生じる。この収差を( 10 )収差という。

問 4. 透過電顕像のコントラストについて述べた次の文章の( )にあてはまる最も適切な語句を語群から選び、記号で答えなさい。  
透過電顕観察において、試料に入射した電子は試料中の原子により散乱

されながら、試料を通過する。試料中での入射電子の散乱の程度は、主として( 1 )、( 2 )、( 3 )などに依存する。入射方向と異なる方向に散乱した電子は( 4 )により遮蔽することができ、このように遮蔽された電子は試料に( 5 )されたのと同じ効果を示し、( 6 )に寄与しない。この方法により得られた像には( 7 )コントラストが生じる。一方、入射方向とこれとは異なる方向の電子波との( 8 )により( 9 )コントラストが生じる。焦点はずれの状態で試料片の端にしばしば観察される( 10 )は、この種のコントラストである。

【語群】 A. 位相 B. 吸収 C. 試料の厚さ D. 結像 E. 干渉  
F. 原子の種類 G. 対物絞り H. フレネル縞 J. 密度 K. 散乱

問 5. 微粒体試料を分散よく支持膜にのせる方法を述べなさい。  
問 6. 写真フィルムとイメージングプレートについて次の各設問に答えなさい。

- 感度はどちらが高いか。
- 解像度はどちらが良いか。
- ダイナミックレンジはどちらが広いか。
- 電子線に対して弱い試料を撮影するにはどちらが適しているか。
- 4) の理由を解答欄に記入しなさい。

問 7. 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。

走査電子顕微鏡(以下 SEM)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 )、特性 X 線、陰極光などが生じることが知られている。特に高い分解能の像を得る場合は( 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。

大半の SEM には、複数の異なる孔径を有する( 5 )が備えられ、必要に応じて観察中に孔径を交換できる。絞りの孔径は電子線の( 6 )を決定するもので、プローブ電流、( 7 )、( 8 )に影響する。孔径が小さいほど( 7 )は高く( 8 )は深くなる。

SEM では電子線径(スポットサイズ)が小さいほど高い分解能が得られるが、そのためには電子銃の( 9 )を高く、対物レンズの( 10 )を小さくする必要がある。

【語群】 A. 輝度 B. 収差 C. 対物レンズ D. 分解能 E. 電界放出型電子銃 F. 焦点深度 G. 二次電子 H. 電子 J. 走査コイル K. チャージアップ(帯電) L. 対物絞り M. 開き角(照射角) N. コンデンサー絞り O. 反射電子 P. タングステンヘアピン電子銃

### 選択問題

- 透過電顕像の焦点合わせの方法を 2 つあげ、撮影までの手順を述べなさい。ただし、装置の軸合わせと非点補正は完了しているものとする。
- 透過電顕観察における試料のコンタミネーションの原因を簡単に述べ、その防止策を 3 つあげなさい。
- 走査電子顕微鏡における低加速電圧観察のメリットを 2 つ述べなさい。

問 11. 走査電顕観察では金属コーティングを必要とする試料がある。高い解像度の像を得るために、コーティング膜の粒状性と厚さについて注意すべき点をあげ、その理由も簡単に述べなさい。

問 12. STM, AFM の略称で呼ばれる走査プローブ顕微鏡の和文名称とその動作原理を簡単に述べなさい。

問 13. ガラス基盤上に存在する  $1\mu\text{m}$  程度の異物を走査電子顕微鏡の EDS で組成分析する場合の注意点を 2 つ述べなさい。