

1998年度日本電子顕微鏡学会技術認定試験問題

特殊技術 II 筆記（鏡体・共通技術）

12題の問題のうち問1～問7は必須問題，問8～問12は選択問題である．問1～問7はすべて解答し，問8～問12はその中から3問を選んで解答せよ．なお，選択しなかった問の解答欄には×印を記入せよ．

必須問題

問 1. 電子レンズの収差を1つあげ，以下の項目について述べよ．

- 1) 原因
- 2) 特徴
- 3) その影響を少なくするための方法

問 2. 試料ドリフトについて次の各設問に答えよ．

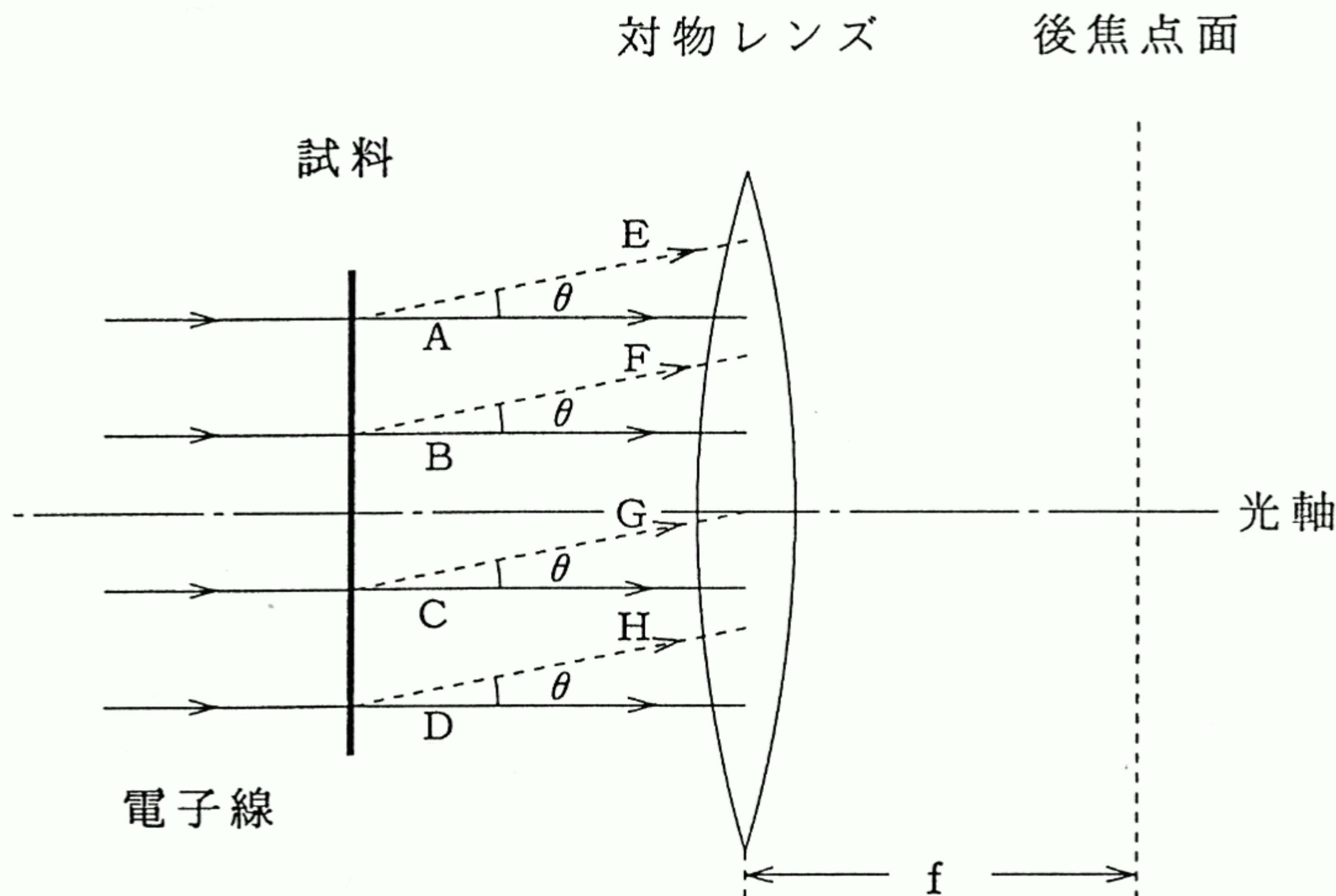
- 1) 主な原因を述べよ．
- 2) ドリフトを少なくするための試料作製上の注意を述べよ．
- 3) 試料ドリフト量の実測法を述べよ．

問 3. 走査電子顕微鏡で観察する試料を金属コーティングすることの長所を3つ以上と短所を2つ以上述べよ．

問 4. 電子線照射損傷を受けやすい試料を透過電子顕微鏡で観察する時に留意すべき点を，装置操作の面と試料作製の面とで合わせて5つ以上述べよ．

問 5. 図のように，電子線が光軸と垂直に置かれた試料に垂直入射すると，その一部はA, B, C, Dのように透過直進し，別の1部はE, F, G, Hのように入射方向と θ をなす方向に散乱され，対物レンズに入射する．対物レンズは焦点距離 f の収差のない完全レンズとして，

- 1) 透過電子線A, B, C, Dがレンズから後焦点面までたどる軌道を図中に実線で記入せよ．
- 2) 散乱電子線E, F, G, Hがレンズから後焦点面までたどる軌道を図中に点線で記入せよ．ただし，散乱電子線Gはレンズの中心を通るものとする．
- 3) 試料での散乱角 θ が0から α ラジアンまでの電子線のみで結像させたい．そのための後焦点面に置く絞りの孔の半径を f と α を用いて表し，答を解答欄に記入せよ．



問 6. 写真フィルムの特性について次の各設問に答えよ．

- 1) 写真濃度（黒化度）の定義を述べよ．

2) 特性曲線は，黒化度を何に対してプロットしたものか．

3) 電子線照射の場合の特性曲線の典型的な形をグラフで示

せ。

(グラフには縦軸，横軸の物理量とおおよその数値と単位も記入すること)

- 4) 上のグラフ (3) からフィルムの感度の目安を読み取る方法を述べよ。
- 5) 上のグラフ (3) からフィルムに得られる像コントラストの高低の目安を読み取る方法を述べよ。

問 7. 特性X線を用いた元素分析法には，エネルギー分散法 (EDS) と波長分散法 (WDS) がある。以下の文章の (A)～(J) に当てはまる言葉を下記の選択肢から選び，その番号を解答欄に記入せよ。ただし，同じ番号を何度用いても良い。

- 1) EDS は (A) を用いてX線のスペクトルを得る方法で，横軸にX線の (B)，縦軸にX線の (C) が表示される。
- 2) WDS は (D) を用いてX線を分光する方法で，横軸にX

線の (E)，縦軸にX線の (F) が表示される。

- 3) EDS は (G) が高いので，WDS よりも小さいビーム電流で分析が可能である。
- 4) WDS は (H) が高いので，EDS で直面する元素の重複の問題はほとんどない。
- 5) EDS は含有元素の迅速な (I) 分析に適しており，WDS は微量元素や (J) の分析に適している。

1) と 2) の選択肢

1. 半導体 2. 光電子増倍管 3. 分光結晶 4. 強度
5. エネルギー 6. 波長 7. 周波数 8. 分析時間
9. 空間分解能 10. エネルギー分解能

3)～5) の選択肢

1. 軽元素 2. 重元素 3. 同時 4. 逐次
5. 分析時間 6. 分析精度 7. 分析感度 8. P/B 比
9. 空間分解能 10. エネルギー分解能

選択問題

問 8. 透過電子顕微鏡で備えるべき最高倍率について，下記の文章の (ア)～(エ) には文字式を，(A)～(F) には適切な数値を記入せよ。

電子顕微鏡の分解能を d ，写真フィルムの解像度を f ，人間の肉眼の解像度を e ，蛍光板の解像度を s とする。

- 1) 写真撮影で d の解像度を得るために必要な最低限の倍率は (ア) 倍である。通常 f は (A) μm 程度であり，写真に対する e は (B) μm 程度であるから，フィルム上でサイズ f の構造を肉眼で識別するためには，写真の焼き付け倍率を (イ) 倍以上にする必要がある。
- 2) 蛍光板上での焦点合わせにおいては，サイズ d の構造が解像されるために必要最低限の倍率は (ウ) 倍が良いが，これを肉眼で識別するためには最低限 (エ) 倍の倍率が必要である。 s は普通 $35\mu\text{m}$ 程度で，蛍光板上の像に対する e は，通常の明るさであれば $350\mu\text{m}$ 程度であるから，ピント合わせ用には10倍程度の拡大鏡を装備すれば良い。
- 3) しかし，像の明るさは倍率の (C) 乗に反比例するので，分解能レベルの高倍率観察では， e は $700\mu\text{m}$ 程度となり，10倍の拡大鏡を用いても蛍光板上で (D) μm 程度の大きさが必要となる。
- 4) したがって，装置が備えるべき最高倍率は， f よりもこ

の蛍光板上での大きさで決まることになり，最近の装置では分解能は (E) nm 程度であるから，最低限 (F) 万倍程度が必要になる。

問 9. 走査電顕観察において，試料表面の凹凸が少ないための中・低倍率においても像コントラストが低い場合がある。コントラストを高めるための装置の操作条件を3つ以上示し，それぞれの理由を説明せよ。

問 10. 透過電子顕微鏡において明視野像と暗視野像の明暗が反転する理由を説明せよ。

問 11. 透過電子顕微鏡でマイクログリッドなどの孔の周辺に観察されるフレネル縞について，次の各設問に答えよ。図を用いてもよい。

- 1) 対物レンズをどのように操作した時に明瞭に観察できるか。
- 2) その生成機構を説明せよ。
- 3) 対物レンズの非点収差の補正に利用できる理由を述べよ。

問 12. 走査電子顕微鏡の像コントラストのうち1)，2) について生成機構とそれを効率良く観察する手段を述べよ。

- 1) 試料の元素組成による像コントラスト。
- 2) 試料表面の微細凹凸による像コントラスト。