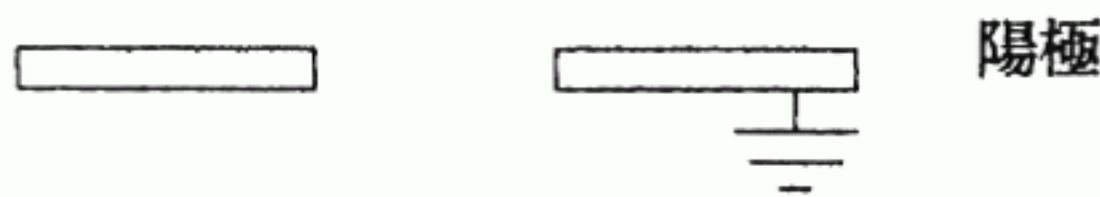
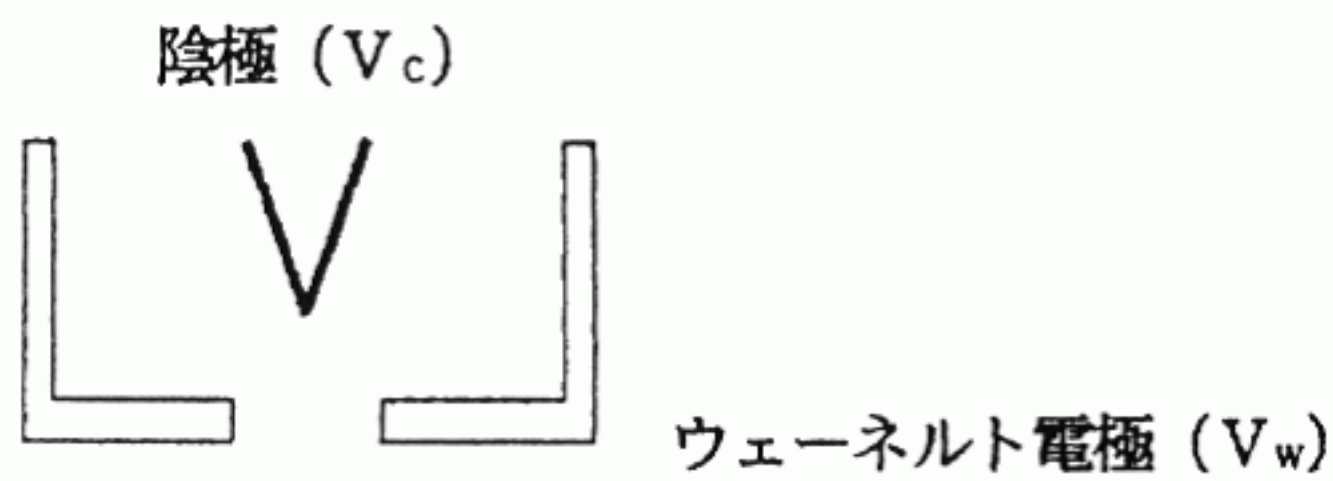


1995年度日本電子顕微鏡学会技術認定試験問題

特殊技術 II 筆記

問 1. 下図は熱陰極電子銃の構成を示す図であり、陽極に対する陰極およびウェーネルト電極の電圧をそれぞれ V_c , V_w とする. 次の問 (1)~(3) に答えよ.

- (1) V_c , V_w は正, 負いずれの電圧か. また V_c と V_w の大きさ (絶対値) はどちらが大きい. 回答欄に不等号を記入せよ.
- (2) バイアス電圧を調整して V_w を V_c に近づけるときの, 放出電子電流は増加するか, あるいは減少するか. またその理由を述べよ.
- (3) 陰極とウェーネルト電極間の電圧 ($V_c - V_w$) を一定に保ったまま $|V_c|$ を大きく (加速電圧を高く) するとき, 放出電子電流は増加するか, 減少するか, あるいは変化しないか. またその理由を述べよ.



問 2. 凸レンズの性質についての次の記述の () に適切な数式あるいは語句を入れて文を完成させよ.

(1) 角度についての性質 (図A)

光軸に対して同じ角度で入射した光線は, レンズで屈折してレンズ後方の1点で集束する. 入射角度を変化させると, この集束点は光軸に垂直なある平面上を移動するが, この平面のことを (①) 面とよぶ. 特に入射角が 0 (光軸に平行) のときこの集束点は光軸と交わり, この点のことを (②) 点とよぶ.

(2) 位置についての性質 (図B)

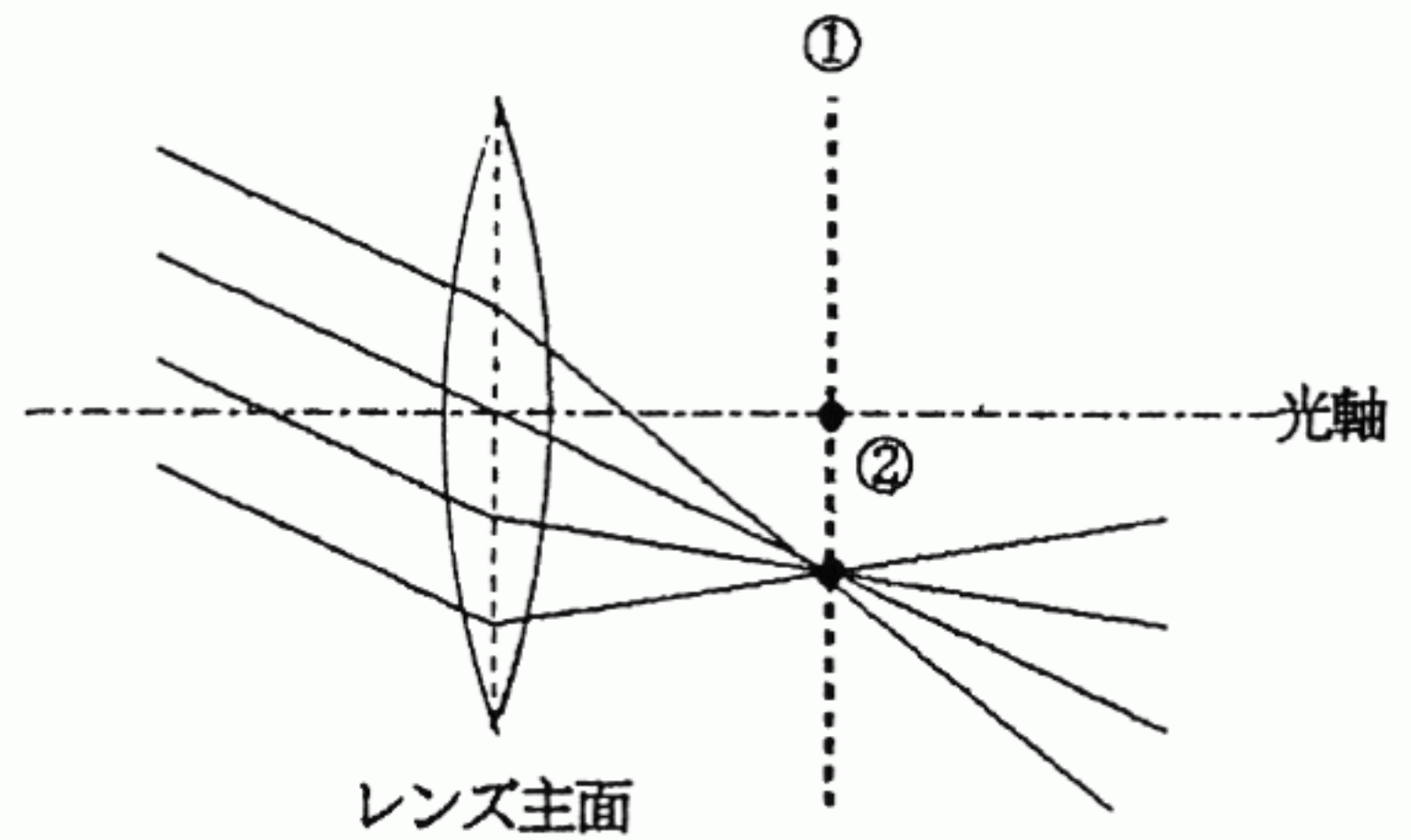
同じ位置 (点光源) から放射された光線は, レンズで屈折してレンズ後方の1点で集束する. 光源の位置を光軸に垂直な平面上で変化させると, この集束点は光軸に垂直なある平面上を移動するが, この平面のことを (③)

面とよぶ. これに対して, 光源が存在する平面を (④) 面とよぶ.

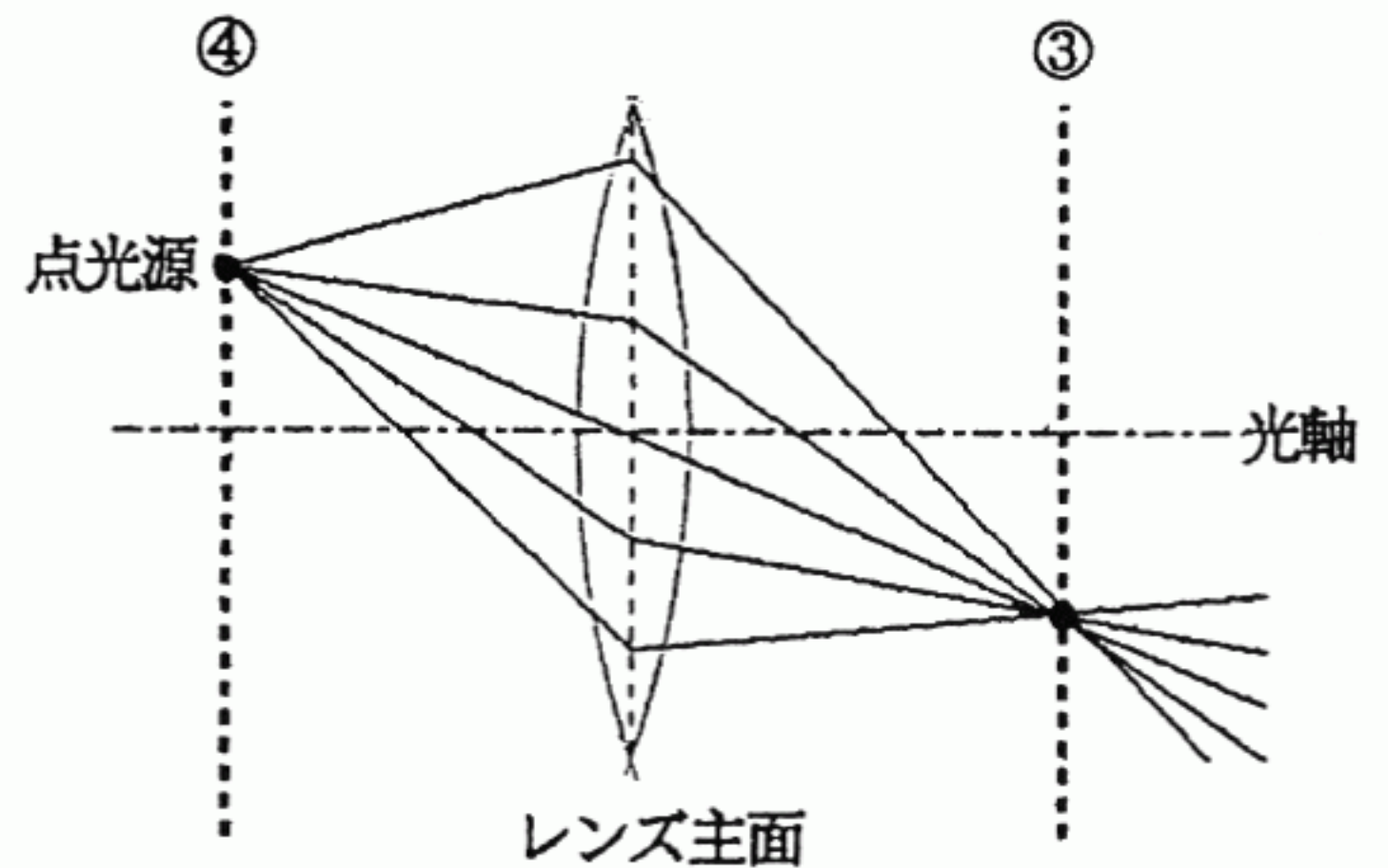
(3) 像の形成についての数式での表現

レンズと (②) 点の距離は (⑤) 距離とよばれるが, これを f とし, レンズと (④) 面の距離を a , レンズと (③) 面の距離を b とすると, レンズの公式とよばれる式 (⑥) が成り立つ.

また, 光軸から光源までの距離と光軸から光源の像までの距離の比を (⑦) 率とよぶが, これを m とすると, $m =$ (⑧) と表される.



図A



図B

問 3. 電子顕微鏡 (TEM, SEM どちらでもよい) によるエネルギー分散型 X 線分光法 (EDS) の長所と短所を, 波長分散型 X 線分光法 (WDS) と比較して説明せよ.

問 4. 試料表面の微細形態を観察したいとき, 透過電子顕微鏡用および走査電子顕微鏡用には, それぞれどのような試料作製法を用いるか. また, それぞれどのような機構で像コントラストが生

じるかを簡潔に述べよ。

問 5. 走査電子顕微鏡観察の場合に、試料に対して金属コーティングが必要なとき、高解像度を得るために注意すべきこと二点をあげ、その理由を簡潔に述べよ。

問 6. 蛍光板上でピントを合わせた像を、蛍光板より下方に置かれたフィルムで撮影しても撮影された像にボケがみられない理由について、次の記述の () に適切な語句を入れよ。

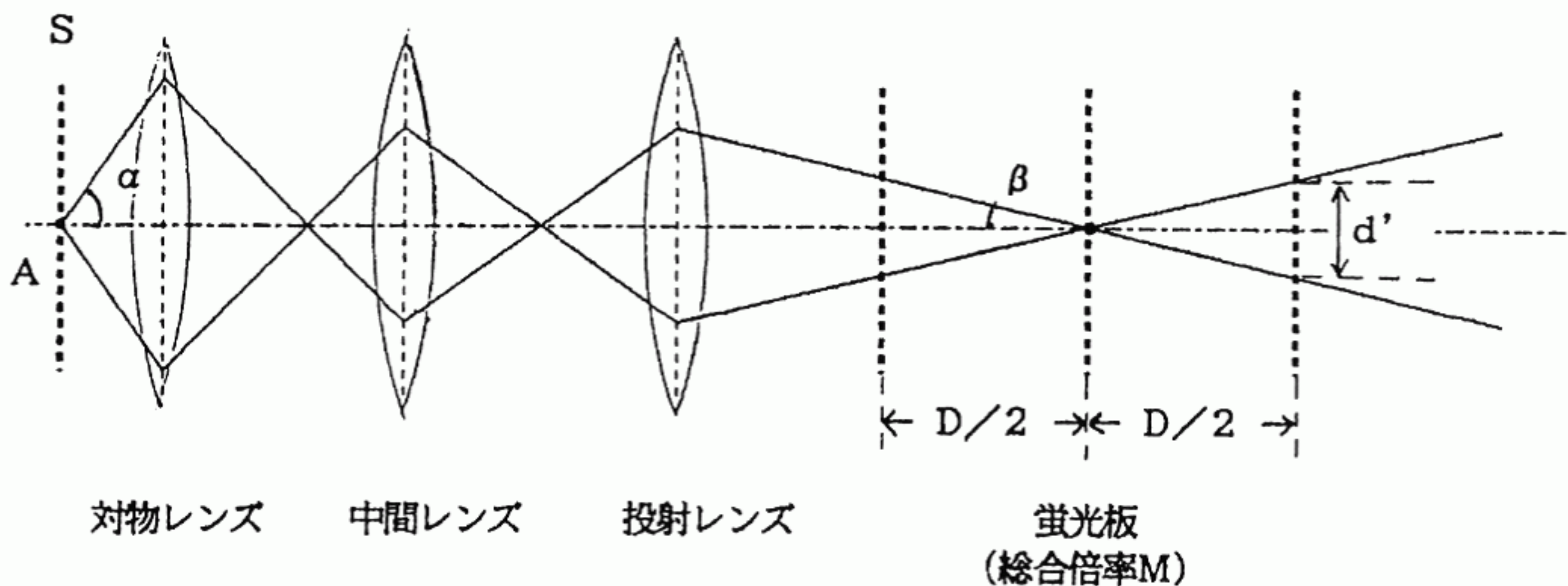
図のように開き角 α で分解能 d を与える対物レンズを用い、中間レンズ、投射レンズを経て、総合倍率 M 、収束角 β で蛍光板に結像する場合を考える。このとき正確にピントが合った試料面 S 上の一点 A の像は、蛍光

板に平行で蛍光板上下にそれぞれ $D/2$ だけ離れた平面上では、直径 $d' = (1)$ の大きさに広がる。この広がり(ボケ)の大きさが (2) 以下であれば、 S 上の点はすべてピントが合っているように見える。この D の最大値 Df が焦点深度であり、 $\beta = (3)$ であるから、

$$Df = (4)$$

である。

たとえば、 $\alpha = 5 \times 10^{-3}$ rad, $d = 0.3$ nm, $M = 10,000$ で観察・撮影するときは、 $Df = (5)$ m となるから、蛍光板上でピントを合わせた像は、蛍光板から数十センチ離れたフィルム上に撮影しても、ボケが見られないことになる。



問 7. 油回転ポンプ (RP) と油拡散ポンプ (DP) について、次の問に簡潔に答えよ。

- 1) 長期の使用により RP の油が劣化したとき、接続された DP および観察試料に及ぼす影響を説明せよ。
- 2) 直結高速回転型 RP と回転ベルト型 RP とでは、それぞれどのくらいの期間ごとに油交換を行うか。
- 3) RP にオイルミストトラップ (エレメント・フィルター) を用いる理由は何か。
- 4) 一般的な DP について、次の量がおよそ何パーセント低下すると、DP の排気能力を低下させるか。
 - (a) 加熱ヒーターの電圧
 - (b) 冷却用の指定流量

問 8. 透過電子顕微鏡で観察されるマイクログリッドなどの孔の周囲のフレネル縞について、その生成の機構を簡潔に説明せよ。
また、焦点ずらしによりフレネル縞のコントラストがどのように変化するかを簡潔に述べよ。

問 9. 写真引き伸ばし機の引き伸ばしレンズについての以下の記述の () に適切な数式あるいは語句を入れよ。

レンズの明るさを示す目安である F ナンバーは、レンズの焦点距離を f 、レンズの入射ひとみ(絞り)の直径を D とすると、 $F = (1)$ で定義される。引伸レンズにはこの F ナンバーが記されており、その数値を絞りの大きさの目安として用いる。印画紙への露光の際、絞り (F ナンバー) が F_1 のときに露光時間 t_1 で適正露光だとすると、F ナンバーを F_2 とすれば適正露光時間 t_2 は、 $t_2 = (2)$ である。したがって、露光時間の計算に便利のように、F ナンバーの表示は一絞り絞るごとに適正露光時間が 2 倍となるよう、隣り合った数値が (3) 倍となるように目盛ってある。たとえば、F ナンバー 4 の前は 2.8 であり、後ろは (4) である。F ナンバーの逆数を口径比というが、これが大きいほど (5) いレンズといえる。

問 10. 走査電子顕微鏡は光学顕微鏡に比べて焦点深度が大きい理由を、具体的に数値をあげて簡潔に説明せよ。