

平成17年度技術士第二次試験問題（機械部門）

必須科目 （1） 機械一般

Ⅱ－1 次の20問題のうち15問題を選んで解答せよ。（解答欄に1つだけマークすること。）

Ⅱ－1－1 CAE（Computer Aided Engineering）に関する次の記述のうち、間違っているものはどれか。

- ① CAEとは、狭義には、コンピュータを利用したシミュレーションあるいは解析といえる。
- ② CAEにより製品の性能を評価する際には、解析ソフトウェアだけでなく、解析モデルの作成と解析結果の評価を行うソフトウェアも重要である。
- ③ CAEを効率的に実施するためには、どのような解析・評価対象であっても、解析モデルを統一しておいた方がよい。
- ④ CAEにおける解析モデルは、通常CADモデルをもとに作成されるから、CADが完成した詳細設計後に利用されることが多い。
- ⑤ CAEにより製品の性能評価や設計変更を行うには、CAEにより得られた結果だけでなく、その結果に基づく十分な力学的な考察も行った方がよい。

Ⅱ－1－2 田口メソッド（タグチメソッド）に関する次の記述のうち、間違っているものはどれか。

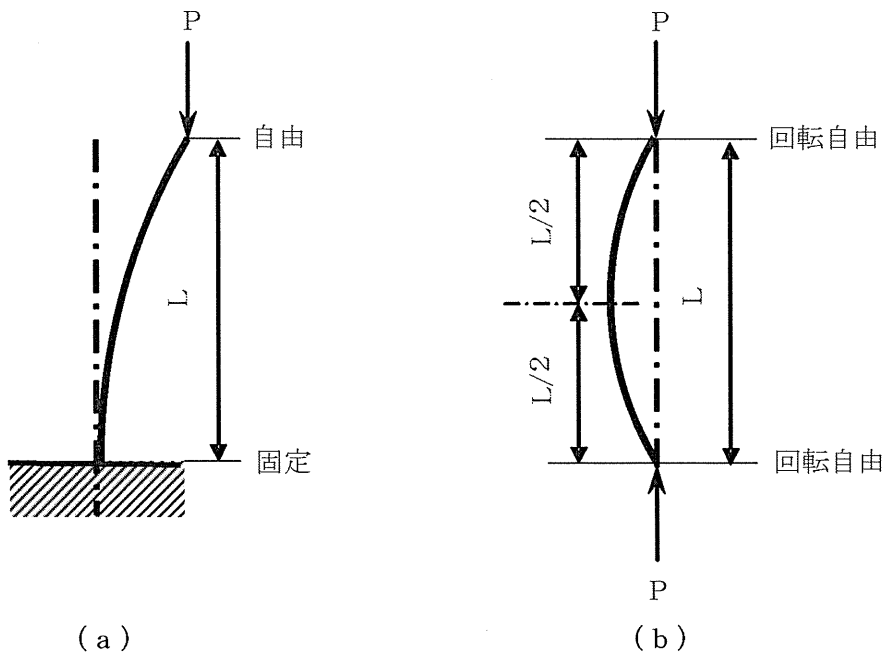
- ① 田口メソッドは品質工学とも呼ばれ、製品のばらつきを減らすための手法である。
- ② 田口メソッドは統計的手法である実験計画法を品質管理に応用したものである。
- ③ 田口メソッドは機械設計だけでなく、広く電気設計等にも適用可能である。
- ④ 田口メソッドは日本製品の差別化に役に立っており、欧米では文化の違いからほとんど使われていない。
- ⑤ 田口メソッドは米国で特に脚光を浴びた手法で、この影響を受けて、日本でもよく使われている設計手法の一つである。

II-1-3 下図 (a) に示す縦弾性係数 (ヤング率)  $E$ , 長さ  $L$ , 断面 2 次モーメント  $I$  で一端固定, 他端自由のまっすぐな柱に圧縮荷重  $P$  が作用する場合のオイラーの座屈荷重  $P_{cr}$  は次式で表される。

$$P_{cr} = (\pi^2 EI) / (4L^2)$$

それでは, 下図 (b) に示す両端回転自由の場合の座屈荷重は次のうちどれか。

- ①  $(4\pi^2 EI) / L^2$       ②  $(\pi^2 EI) / L^2$       ③  $(\pi^2 EI) / (4L^2)$   
 ④  $(\pi^2 EI) / (16L^2)$       ⑤  $(\pi^2 EI) / (64L^2)$

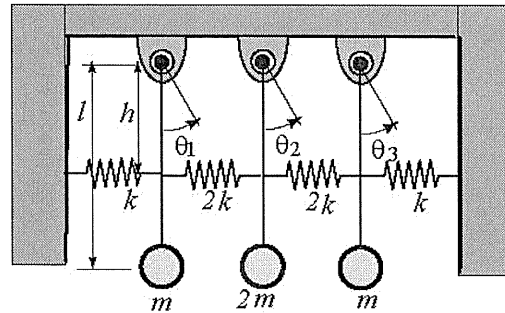


(注 ; 一点鎖線は変形前の柱)

II-1-4 長方形断面の一樣梁をねじるとき, 断面内の最大せん断応力発生位置はどこか。  
 次の中から選べ。

- ① 全断面一樣 (最大応力発生点はない)  
 ② 中心点  
 ③ 短辺中央  
 ④ 長辺中央  
 ⑤ 4つの角点

II-1-5 下図のような3個の単振子を4個のばねで連結した力学系において、振子の振れ角 $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ を変数に選び、この系の運動を表す正しい方程式を次の中から選べ。ただし、重力を無視する。 $\theta$ は小さく $\sin\theta = \theta$ とみなせるものとする。



【 図 ; 3 個の単振子の力学系 】

$$\textcircled{1} \quad \begin{bmatrix} ml^2 & 0 & 0 \\ 0 & 2ml^2 & 0 \\ 0 & 0 & ml^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{\theta}_1 \\ \ddot{\theta}_2 \\ \ddot{\theta}_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 3kh^2 & 0 & 0 \\ 0 & 4kh^2 & 0 \\ 0 & 0 & 3kh^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ \theta_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\textcircled{2} \quad \begin{bmatrix} ml^2 & 0 & 0 \\ 0 & 2ml^2 & 0 \\ 0 & 0 & ml^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{\theta}_1 \\ \ddot{\theta}_2 \\ \ddot{\theta}_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 3kh^2 & -kh^2 & 0 \\ -kh^2 & 4kh^2 & -kh^2 \\ 0 & -kh^2 & 3kh^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ \theta_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\textcircled{3} \quad \begin{bmatrix} ml^2 & 0 & 0 \\ 0 & 2ml^2 & 0 \\ 0 & 0 & ml^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{\theta}_1 \\ \ddot{\theta}_2 \\ \ddot{\theta}_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 3kh^2 & -2kh^2 & 0 \\ -2kh^2 & 4kh^2 & -2kh^2 \\ 0 & -2kh^2 & 3kh^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ \theta_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\textcircled{4} \quad \begin{bmatrix} ml^2 & 0 & 0 \\ 0 & 2ml^2 & 0 \\ 0 & 0 & ml^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{\theta}_1 \\ \ddot{\theta}_2 \\ \ddot{\theta}_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 3kh^2 & kh^2 & 0 \\ kh^2 & 4kh^2 & kh^2 \\ 0 & kh^2 & 3kh^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ \theta_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\textcircled{5} \quad \begin{bmatrix} ml^2 & 0 & 0 \\ 0 & 2ml^2 & 0 \\ 0 & 0 & ml^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{\theta}_1 \\ \ddot{\theta}_2 \\ \ddot{\theta}_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 3kh^2 & 2kh^2 & 0 \\ 2kh^2 & 4kh^2 & 2kh^2 \\ 0 & 2kh^2 & 3kh^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ \theta_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

II-1-6 剛なロボットアームをモータで駆動し、モータの回転角の目標値とフィードバック信号であるポテンシヨメータによるモータの回転角の計測値との差から得られる偏差にゲインを乗じて位置制御を行う場合について、目標値に対するずれの修正を考えると、間違っている記述は次のうちどれか。

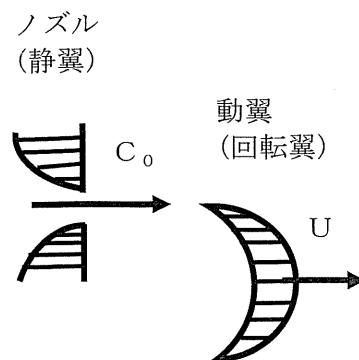
- ① 比例ゲインを大きくすれば、常に応答は速くなる。
- ② 比例ゲインに加えて微分ゲインを追加すれば、常に応答は速くなる。
- ③ 比例ゲインに加えて積分ゲインを加えれば、常に定常偏差が減少する。
- ④ 比例ゲインに加えて積分ゲインを加えれば、常に減衰性が向上する。
- ⑤ 比例ゲインに加えて微分ゲインを追加すれば、常に減衰性が向上する。

II-1-7 ガスタービンと蒸気タービンで構成されるコンバインドサイクルにおいて、ガスタービン熱効率  $\eta_{GT}$ 、蒸気タービン熱効率  $\eta_{ST}$ 、ガスタービン排熱からの熱回収効率を  $\eta_h$ とした場合のコンバインドサイクル効率  $\eta_{CC}$ を表す式を次の中から選べ。

- ①  $\eta_{GT} \times \eta_h + \eta_{ST}$
- ②  $\eta_{GT} + \eta_h \times \eta_{ST}$
- ③  $\eta_{GT} + (1 - \eta_{GT}) \times \eta_h \times \eta_{ST}$
- ④  $\eta_{GT} \times \eta_h + \eta_{ST} \times \eta_h$
- ⑤  $(\eta_{GT} + \eta_h \times \eta_{ST}) / 2$

II-1-8 純軸流形ターボ原動機において、下図に示すように、ノズル（静翼）からの理論噴出速度を  $C_0$ 、動翼（回転翼）の周速を  $U$  とするとき、この動翼（回転翼）より得られる単位流量当りの仕事  $L_U$  の式を次の中から選べ。ただし、動翼（回転翼）に対して、流れは理想的な直角流入、直角流出をするような純衝動の場合とする。

- ①  $L_U = 2 C_0 U$
- ②  $L_U = C_0 U$
- ③  $L_U = 2 (C_0 - U)$
- ④  $L_U = 2 (C_0 - U) U$
- ⑤  $L_U = (C_0 - U) U$



II-1-9 内燃機関の3つの基本サイクルであるオットーサイクル、ディーゼルサイクル、サバテサイクルについて、ア)～オ)の記述のうち、正しい記述の組合せを①～⑤の中から選べ。

- ア) いずれのサイクルも圧縮比を大きくすると理論熱効率は増加する。
- イ) 理論熱効率はいずれのサイクルも圧縮比と比熱比のみの関数である。
- ウ) 受熱量と圧縮比が一定の場合、オットーサイクルの理論熱効率が最も高い。
- エ) 等容燃焼を行うサイクルはオットーサイクルとサバテサイクルである。
- オ) ディーゼルサイクルはノッキングの心配があり圧縮比を大きくとれない。

- ① ア, ウ, エ
- ② イ, エ, オ
- ③ ウ, エ, オ
- ④ ア, イ, エ
- ⑤ イ, ウ, オ

II-1-10 ガスタービンと蒸気タービンを組み合わせたコンバインドサイクル発電は、高効率であることからLNG発電プラントに数多く適用されている。コンバインドサイクル発電について誤っている記述は次のうちどれか。

- ① コンバインドサイクル発電ではガスタービンサイクルをトッピングに使用するため発電効率が低い。
- ② ガスタービン出口温度が一定のとき、ガスタービン入口温度が高いほどガスタービンの比出力と熱効率は増加するが、タービン翼の冷却が必要である。
- ③ エネルギーを有効に回収するためにはガスタービン入口温度を高くして、ガスタービンの圧力比を高くする必要がある。
- ④ 排熱回収ボイラでの回収エネルギーを増加するにはボイラを多重圧にすることが有効であり伝熱面積も少なくなる。
- ⑤ ガスタービンの高温部材として使用する金属材料は、高温クリープ強度が材料の選定上重要なポイントとなる。

II-1-11 1つの流管に沿う流れが熱移動及び機械的仕事がない場合において、  
ベルヌーイの式

$$p/\rho + gz + v^2/2 = \text{一定}$$

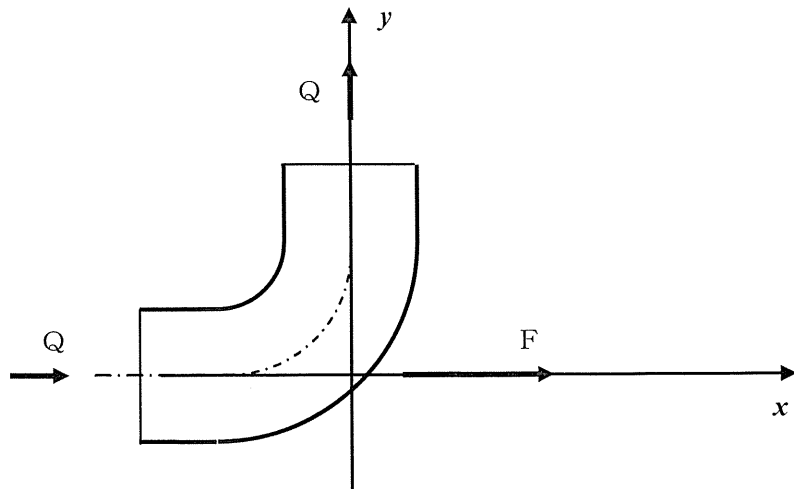
を導くに当たって、次のうちどの記述の仮定が最も適切であるか。

ここに  $p$  : 圧力,  $\rho$  : 密度,  $g$  : 重力加速度,  $z$  : 高さ方向の座標,  $v$  : 速度  
である。

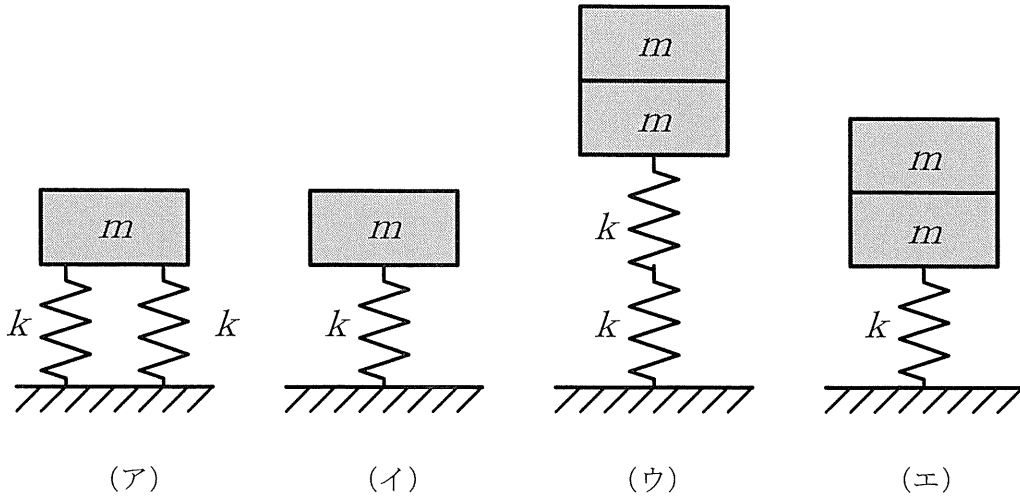
- ① 圧縮性が無い流れで時間的に変わらない流れであること。
- ② 粘性が無い流れで一様な流れであること。
- ③ 圧縮性と粘性がともに無い一様な流れであること。
- ④ 圧縮性と粘性がともに無い一様な流れで時間的に変わらない流れであること。
- ⑤ 以上の①から④に適切な仮定はない。

II-1-12 下図のような断面積が  $A$  で一定の  $90^\circ$  ベンドを密度  $\rho$  ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) の流体が流量  $Q$  ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) 流れるとき、このベンドに作用する  $x$  方向の力  $F$  (N) の正しい答えを次の中から選べ。ただし、ベンド入口では  $x$  方向に一様な流れで流入し、出口では  $y$  方向に一様な流れで流出するものとし、出入り口の圧力による力や重力の影響は無視する。

- ①  $\rho Q/A$
- ②  $\rho Q^2/A$
- ③  $\rho Q^2/A^2$
- ④  $\rho Q^3/A^2$
- ⑤  $\rho Q^4/A^2$



II-1-13 下図はおもりがばねで支持されて、鉛直方向に振動する4種類の振動系を示す。左から右へ固有振動数の低いものから高いものの順で、正しく並べてあるものは次のうちどれか。ただし $m$ はおもり1個の質量、 $k$ はばね1個の定数である。



- ① ウ イ エ ア      ② ウ エ イ ア      ③ ア イ エ ウ  
 ④ エ ウ イ ア      ⑤ ア イ ウ エ

II-1-14 直径200mm, 刃数12枚の正面フライスを用いた鋳鉄の加工において, 切削速度100m/min, 送り0.2mm/刃, 切削幅120mm, 切込み5mmの切削条件で加工した場合の1分間の切屑排出量は何ccか。最も近いものを次の中から選べ。

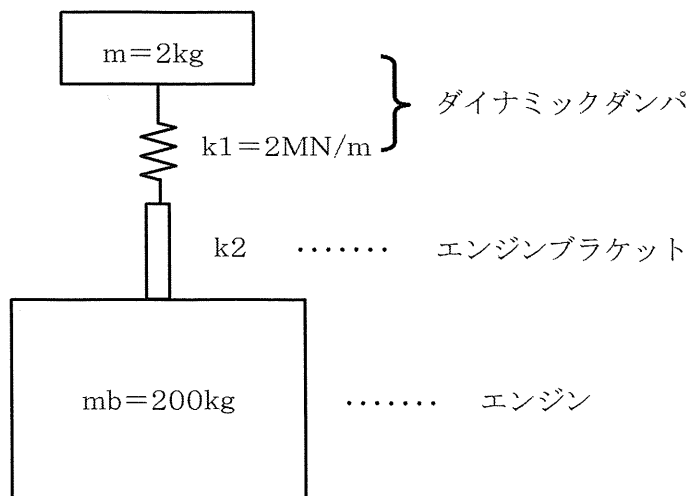
- ① 20cc    ② 230cc    ③ 300cc    ④ 380cc    ⑤ 2300cc

II-1-15 エンジンに質量 2 kg の 138 Hz のダイナミックダンパを付加することを検討している。ダイナミックダンパは質量  $m$  とバネ  $k_1$  から成り立ち、 $m=2\text{kg}$ 、 $k_1=2\text{MN/m}$  の試作品ではダイナミックダンパの周波数は約 113 Hz であった。ダイナミックダンパはエンジンに付加されたブラケットに取り付けられており、この取り付け状態を下図に示す。エンジン質量  $m_b$  は 200 kg であり、このダイナミックダンパの検討ではエンジンは固定端と考えられる。

エンジンに対してダイナミックダンパの周波数を 138 Hz にするにはバネの剛性をいくらにすべきであろうか。エンジンブラケットの剛性まで含めて検討し、近いものを次の中から選べ。

なお、バネの質量と減衰の影響は省略する。また  $1\text{MN}=10^6\text{N}$  である。

- ① 2.5 MN/m
- ② 3.0 MN/m
- ③ 3.5 MN/m
- ④ 4.0 MN/m
- ⑤ 6.0 MN/m



【 図 ; 試作品取り付け状態 】



II-1-16 建設機械や物流機械に広く使われている油圧機器・システムに関する次の記述のうち、間違っているものはどれか。

- ① 安全弁（リリーフ弁）にはいくつかの形式があるが、応答性では「直動型」が、圧力の安定性では「バランスドピストン型」が優れている。
- ② 油圧装置におけるアキュムレータは、圧油の蓄積、放出によるポンプ補助動力源として用いられるほか、ポンプの脈動吸収や、バルブの急開閉などによって発生する衝撃圧の緩衝などにも使用される。
- ③ 油圧モータの理論出力トルクは、「モータ1回転当りの押しのけ容積」と「モータ前後の差圧」の積に比例する。
- ④ ひとつの油圧源に、複数のアクチュエータを並列に接続したパラレル回路では、それぞれのアクチュエータを独立して操作することができるが、複数のアクチュエータを同時に操作すると、負荷の小さい方の速度が速くなり、負荷の大きい方が遅くなるので注意が必要である。
- ⑤ バルブからの作動油漏れをできるだけ避けなければならない場合には、「ポペット弁」よりも「スプール弁」の方が有利である。

II-1-17 次のロボットの構成要素に関する記述について間違っているものはどれか。

- ① ハーモニックドライブ減速機構は遊星歯車機構の一種である。
- ② エンコーダには磁気式と光学式が多く使われている。
- ③ 6軸力覚センサではモーメントは計測できない。
- ④ 圧電素子はセンサとしてもアクチュエータとしても使うことができる。
- ⑤ 代表的なロボットのエンドエフェクタとして、ハンドや吸着パッドがある。

II-1-18 次のロボットの制御に関する記述について間違っているものはどれか。

- ① マスタスレーブ方式とは、遠隔操作ロボットの制御方式の一つである。
- ② アーク溶接作業ではCP制御方式である経路制御が有効である。
- ③ フィードフォワード制御により、軌跡追従誤差を減らすことができる。
- ④ ロボットアームの特異点近傍では精密な位置制御が可能となる。
- ⑤ インピーダンス制御とは力制御の一手法のことである。

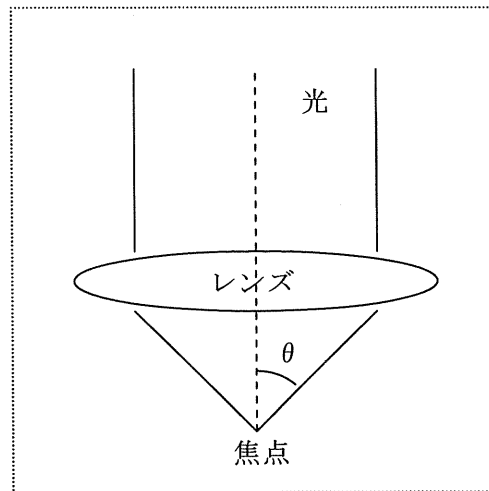
II-1-19 メカトロニクスの制御等に用いられるACサーボモータは下表の分類 a ~ e のどれに該当するか。

- ① a      ② b      ③ c      ④ d      ⑤ e

| 電動機 | 制御方式     | 分類 |
|-----|----------|----|
| 誘導機 | 電圧制御     | a  |
| 直流機 | 電圧制御     | b  |
| 同期機 | 他制式周波数制御 | c  |
|     | 自制式周波数制御 | d  |
| 誘導機 | 自制式周波数制御 | e  |

II-1-20 光ディスク装置の高密度化を実現する手段としてスポットサイズを小さくする必要があるが、正しいのは次のうちどれか。

ただし、NA (Numerical Aperture) は  $n \cdot \sin \theta$  (n : 大気中での屈折率 n は 1)



- ① NAを大きくし、波長を長くする。  
 ② NAを大きくし、波長を短くする。  
 ③ NAを小さくし、波長を長くする。  
 ④ NAを小さくし、波長を短くする。  
 ⑤ NAを一定のままレンズを大きくする。