

社団法人石油学会

2008 年度設備維持管理士

- 回転機 -

試験問題・解答用紙

受験番号	(会場) 東京・大阪	回転		
受験者氏名				
生年月日	1.昭和 年 (西暦 年) 月 日生 2.平成			
就業業種	(番号記入)			

業種分類コード (出向中の方は、出向先の業種を記入願います)

010	大学・高専	110	道路・アスファルト
020	官公庁	120	電力・電気
030	団体・学協会	130	バルブ・フランジ・ポンプ
040	資源開発	140	設備保安・検査
050	石油備蓄	150	鉄鋼・機械・金属
060	石油精製	160	自動車
070	石油製品・絶縁油	170	商社
080	石油化学・化学	180	情報・コンピューター
090	添加剤・触媒	190	計装・計器の製造
100	エンジニアリング・建設	500	その他

【問1】 次の（イ）～（ホ）の文について、回転機の保全計画に関する説明として適切なものには○を、不適切なものには×を記入せよ。（解答は下の解答欄に記入せよ）

- （イ） 回転機の保全形態や検査周期は、適用法規、回転機の重要度・保全グレード、設計条件、運転条件、最近の運転実績及び保全履歴に基づいて決定する。
- （ロ） 供用開始後の回転機に係る検査は、適用法規に基づいて計画する。
- （ハ） 回転機の保全計画のうち定期検査は、停止して検査することをいう。
- （ニ） 設備及び運転上の変更が行われる時には、損傷への影響を評価し、定期的に保全計画の見直しを行い、回転機の信頼性の維持と事故の防止を図る。
- （ホ） 日常点検・定期検査・臨時検査の結果から得られた情報を十分に検討・分析・評価し、その都度保全計画の見直しを行い、回転機の信頼性の維持と事故の防止を図る。

問1	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	○	×	×	×	○

【問2】 次の（a）～（c）の文は、回転機の保全形態に関する記述である。文中の（イ）～（ホ）内に最も適する語句を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

- （a） **時間基準保全**は、定められた時間計画に従って行う保全をいう。時間基準保全には、予定の時間間隔で行う（イ）と予定の累積動作(稼働)時間に達したときに行う（ロ）とがある。
- （b） **状態基準保全**は、日常又は定期的に状態監視を実施し、その診断結果に基づいて保全の必要性や時期を決めるもので、状態を診断するための（ハ）の確立が必要である。
- （c） **事後保全**は、故障発見後、回転機の機能・性能を修復させるために行われる保全をいう。事後保全には経済性などを考慮して政策的に故障が発生してから修復する（ニ）と、予想外の故障に緊急に修復する（ホ）とがある。

- | | | | |
|----------|--------|----------|-----------|
| A 累積時間保全 | B 経時保全 | C 計画保全 | D 定期保全 |
| E 組織 | F 予知保全 | G 計画事後保全 | H 予想外事後保全 |
| I 緊急事後保全 | J 診断技術 | | |

問2	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	D	B	J	G	I

【問3】 次の（ a ）～（ e ）の文は、回転機の振動パラメータと判定方法に関する記述である。文中の（イ）～（ホ）内に最も適する語句を、下のA～Jの中から選択せよ。
（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

- （ a ） 一般に、低速回転（10Hz 以下）機器に有効な振動パラメータは（イ）である。
- （ b ） 一般に、ギヤ装置や（ロ）に有効な振動パラメータは加速度である。
- （ c ） 与えられた振動パラメータの値をそのまま状態判定に用いるものであり、ISO、API、NEMA、MITI、VDI などの基準があるのは（ハ）判定法である。
- （ d ） 同一機種がある場合、それらを同一条件で測定して比較判定する判定法を（ニ）判定法という。
- （ e ） 設備が良好な状態を初期値とし、注意・危険などの設定を初期値に対する割合で表わす判定法を（ホ）判定法という。

A 比較	B 速度	C 相互	D ころがり軸受
E 相似	F 相対	G すべり軸受	H 変位
I 絶対	J ロータアンバランス		

問3	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	H	D	I	C	F

【問4】 次の（イ）～（ホ）の文について、回転機の点検・検査の判定基準、点検検査後の異常時の措置に関する説明として適切なものには○を、不適切なものには×を記入せよ。（解答は下の解答欄に記入せよ）

- （イ） 点検の際の判定基準は、回転機を停止するためのものである。
- （ロ） 検査の判定基準は、部品の損傷状態を評価し、継続使用可否を見極めるための根拠となる。
- （ハ） 点検において異常が確認された場合、重篤な状態でなければ傾向を監視する。
- （ニ） 検査において異常が確認された場合、従来の損傷速度と今後の損傷速度に遜色がなければ、単純部品交換や原型復旧する。
- （ホ） 検査において異常が確認され、部品寿命を延長する必要がある場合には、損傷速度の緩慢化、または故障率の向上などの改善措置や運転条件の見直しなどを行う。

問4	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	×	○	○	○	×

【問5】 次の表は、回転機の振動の特徴と異常現象原因の関係である。表中の（イ）～（ホ）内に最も適した語句を、下のA～Iの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

現象	原因	振動波形
不つりあい振動	<ul style="list-style-type: none"> （ハ） ロータの熱曲がり ロータの経年的曲がり 	
オイルホイップ 流体ホイップ	<ul style="list-style-type: none"> （ニ） 水封細隙部の流体力 	
（イ）	<ul style="list-style-type: none"> （ホ） 軸受嵌合部の異物混入 軸受部のすわり不良 ミスアライメントによるこじれ 	
（ロ）	<ul style="list-style-type: none"> 軸と静止部との接触による軸の偏加熱（熱曲り） 	

（ f : 周波数、 f_ω : 回転の周波数 A : 振幅 f_0 : 軸系の固有振動 ）

A ラビング振動	B 軸受部のガタ・ゆるみ	C スチームホワール
D ロータ材の内部摩擦	E ころがり軸受の油膜力	F 分数周波共振
G すべり軸受の油膜力	H アライメントの変化	I 2次的危険速度

問5	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	F	A	H	G	B

【問6】 次の文は、停止中回転機（予備機）の管理要領のうち、（a）は暖機、（b）はファウリングに関する記述である。文中の（イ）～（ホ）内に最も適する語句を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

- （a） 遠心ポンプや蒸気タービンなど高温の流体を取り扱う回転機においては、起動後の急激な（イ）変化による不具合（ケーシング歪による合わせ面からの漏れ、ケーシングとロータの（ロ）による軸受への過大荷重など）を防止するため、構造ごとの管理温度に保つように暖機を行う。
- （b） 取り扱う流体中の成分によっては、停止中に腐食が進行したり、（ハ）するなどの懸念がある。（ニ）な運転或いはブロックを行うほか、運転設備に影響がないサービスに置換えることを検討する。ファウリングが懸念される部位は、遠心ポンプでは（ホ）、往復動圧縮機ではバルブ、ロッドパッキンなどがある。

- A 熱膨張差 B 定期的 C 軸受箱 D 圧力
 E ケーシング内部 F 応力差 G ケーシング外部 H 温度
 I 異物が堆積 J 質量差

問6	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	H	A	I	B	E

【問7】 次の（イ）～（ホ）は、ころがり軸受の損傷原因である。最も適する損傷形態を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

- （イ） 通电によるスパーク（電気周波数・回転周波数により等間隔でスパーク）熱効果による鏡面の軟化+振動荷重
- （ロ） 運送中の軸受が回転せずに振動を受けたとき
- （ハ） 急な加減速使用による潤滑の不良、固いグリース
- （ニ） 締め代不足、スリーブの締付け不足
- （ホ） 金属摩耗粉、砂、ごみなどの異物のかみ込み

- A フレーキング B 圧痕 C 組傷 D 焼付
 E 打痕 F かじり G 電食 H 異常摩耗（クリープ）
 I 割れ J 擬似圧痕

問7	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	G	J	F	H	B

【問8】 次の（イ）～（ホ）の文は、潤滑油の劣化評価法と潤滑油中の摩耗粉分析法に関する記述である。それぞれの文が説明する劣化評価法・摩耗粉分析法として最も適する語句を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

- （イ） フィルタで使用油（100ml）をろ過し、異物の堆積程度で汚染度を評価する。
- （ロ） 特殊な処理をした潤滑油の混入物を強力な電磁石を用いて分離固着させ、粒子の材質・形状・量を観察する。
- （ハ） 潤滑油に混入する摩耗粉を分光分析法により、元素の量から経験的に異常箇所を推定する。
- （ニ） 100cc中の粒子を、 $>4\mu\text{m(c)}$ 、 $>6\mu\text{m(c)}$ 、 $>14\mu\text{m(c)}$ の3段階にわたる粒径範囲に分類し、分類された粒子サイズごとにその数量の総数をもって規定された等級〔0（清浄）～30等級（汚れ）〕で評価する。
- （ホ） $5-15\mu\text{m}$ 、 $15-25\mu\text{m}$ 、 $25-50\mu\text{m}$ 、 $50-100\mu\text{m}$ 、 $>100\mu\text{m}$ の5段階にわたる粒径範囲に分類し、規定された等級〔00（清浄）～12級（汚い）〕で評価する。

A 粒径法	B 電磁石法	C ろ過法	D フェログラフィ法
E NAS等級	F API等級	G ミリポアフィルタ法	H ISO等級
I 化学分析法	J SOAP法		

問8	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	G	D	J	H	E

【問9】 次の（イ）～（ニ）の文は、JIS Z 8141（生産管理用語）による保全活動に関する記述である。それぞれの文が説明している事柄で最も適切なものを、下のA～Hの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

- （イ） この活動には改良保全と保全予防がある。
- （ロ） この活動には予防保全と事後保全がある。
- （ハ） 設備を計画・設計する段階から、過去の保全記録又は情報を用いて不具合や故障に関する事項を予知・予測し、これらを排除するための対策を織り込むことをいう。
- （ニ） 既存設備を故障が起りにくい設備への改善、又は性能向上を目的として行う保全活動。

A 維持活動	B 信頼性活動	C 改善活動	D 予防活動
E 予防保全	F 保全予防	G 改良保全	H 予知保全

問9	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）
解答	C	A	F	G

【問10】 次の（イ）～（ホ）の文は、遠心ポンプにおけるロータの損傷要因である。それぞれの損傷要因によって起きる損傷形態として最も適する語句を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

- （イ） 硫化水素、二酸化炭素、ADIP、MEAなどの腐食要因、塩素イオン濃度による隙間腐食、材質不適合によって起こる。
- （ロ） すべり軸受部の損傷形態であり、異物、スラッジ混入、摩耗、潤滑油不足、潤滑油の劣化、シャフトの振れ、軸受の背面当たり不良などによって起こる。
- （ハ） 流体組成・流体温度不適合、ごみなどの異物のかみ込みなどによって起こる。
- （ニ） 過度の応力（含む整備工事）によって起こる。
- （ホ） 長期間使用、過度の応力、異物混入、低温脆性などによって起こる。

- | | | |
|------------------|--------------|-------------|
| A 隙間増加 | B 性能低下 | C エロージョン |
| D フレーキング | E 固着 | F 腐食 |
| G 焼付き | H 摩耗、きず、かみ込み | I 変形（曲がり）破損 |
| J キー/キー溝摩耗、変形、割れ | | |

問10	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	F	H	E	I	J

【問11】 次の（イ）～（ホ）の文は、遠心ポンプの不具合の原因や措置の説明である。適切なものには○を、不適切なものには×を記入せよ。（解答は、下の解答欄に記入せよ）

- （イ） 軸受の振動が管理値を超えるのは、軸受の損傷によるものであると考えて措置を検討する。
- （ロ） 吐出弁を全開にしても流量が計画値よりかなり小さいときは、ポンプを停止脱液（圧）後に開放点検する。吸込み配管の状態は流量低下要因にならない。
- （ハ） ガスの発生や気体の混入によりメカニカルシールの漏洩を引き起こすことがあるため、運転前にはガス抜きを確認する。
- （ニ） 電流値が通常より大きくなるのは、液性状の変化やウェアリング部の隙間増大あるいは接触なども考えられる。
- （ホ） 試運転時にインペラ付近の異音（バリバリ音）が確認された。キャビテーションの発生が考えられる。

問11	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	×	×	○	○	○

【問12】 次の（イ）～（ホ）の文について、遠心ポンプ用メカニカルシールの説明として適切なものには○を、不適切なものには×を記入せよ。（解答は下の解答欄に記入せよ）

- （イ） LPG等の低沸点流体のポンプで、ポンプグランド圧力が設計値より低い場合、昇圧用ブッシュをポンプグランドに装着して、蒸気圧との余裕を確保することを検討する。
- （ロ） 高温サービスのメカニカルシールで、フラッシングクーラ付の場合はクーラで冷却されているので、通常、出口温度はチェックしない。
- （ハ） ノンフラッシング（デッドエンド）の配管プランの場合、フラッシングによる冷却を行っていない為、通常的设计ではポンプジャケットの冷却は考慮しない。
- （ニ） 流体中に微粒子や固形物等の混入が懸念される場合は、エキスターナルフラッシングの採用を検討する。
- （ホ） 残渣油等の熱油に金属ベローズメカニカルシールを使用する場合、微量漏洩液がベローズの谷間に溜まって固化し作動不良となるのを防止するために、スチームクエンチを施行する。

問12	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	○	×	×	○	○

【問13】 次の表は、メカニカルシールの損傷と対策事例である。表中の（イ）～（ホ）内に最も適する語句を、下のA～Jの中から選択し表を完成させよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

現象	原因	対策
漏れ過剰	微粒子、固形物に対する性能不適	（イ）、エキスターナルフラッシング・ベローズシール・サイクロンセパレータ採用
	設計諸元の不適	摺動面幅、（ロ）、スプリング面圧などの見直し
	フラッシング流量不足	（ハ）
	漏れ液の固化、又は粘着	（ニ）、ダブルシールの採用検討
	セット位置不良（押し代不良）	（ホ）、取替

A バランス比	B ジャケット冷却	C 硬質材同士に変更
D 取付位置修正	E ガス抜き	F クーラー容量（伝熱面積）増加
G 軸受交換	H オリフィス孔径変更	I スチームクエンチの採用
J ウェアリング隙間修正		

問13	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	C	A	H	I	D

【問14】 次の（イ）～（ホ）の文について、遠心圧縮機における補修と改善事例に関する説明として適切なものには○を、不適切なものには×を記入せよ。（解答は下の解答欄に記入せよ）

- （イ）ロータの一般的なバランス修正は、実際に運転される回転数で2面または3面修正を行う。
- （ロ）軸受カバー（ハウジング）の内径と軸受外径との間に適切な締代（つぶれ代）が不足すると軸受剛性が低下し、ロータ異常振動発生の要因となる。従って、基準値を外れたつぶれ代となる場合、ハウジングの追加工を行う必要がある。
- （ハ）オイルホワールで、特にすべり軸受に生じる激しい振動現象をオイルホイップというが、油膜特性に依存するために真円軸受に生じ難く、ティルティングパッドに生じやすい。
- （ニ）インペラが摩耗やエロージョンによって減肉が生じている場合、応力集中や強度低下によるクラックが発生し、結果としてインペラを破損させる危険性がある。
- （ホ）シャフトの検査において、キー溝部などにクラックの発生が認められた場合、欠陥部位の切削もしくはスムージング処理を行う。

問14	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	×	○	×	○	○

【問15】 次の文は、遠心圧縮機の軸振動上昇に関する記述である。文中の（イ）～（ホ）内に最も適切な語句を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

- （イ）はロータの危険速度の（ロ）倍以上の回転速度で生じ、その振動数は（ハ）に概ね等しくなる。速度降下時にはこれより低い速度で消滅し、発生と消滅には履歴現象がある。
- （ニ）は通常（イ）が発生する前段階で、回転速度の（ホ）に近い周波数を持つ振動となって現れる。

A 2	B 3	C 一次危険速度	D 二次危険速度
E 1/3	F オイルホワール	G オイルホイップ	H 軸振動
I 1/2	J オイルポンピング		

問15	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	G	A	C	F	I

【問16】 次の文は、遠心圧縮機のサージング運転とその現象に関する記述である。文中の（イ）～（ホ）内に最も適切な語句を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

サージングとは、遠心圧縮機の吸込流量がサージング領域に入ると、インペラ内の流れが乱れ、インペラ内の羽根から流体が（イ）する現象である。

サージングが発生すると、遠心圧縮機の吐出圧力が（ロ）になり、それに伴って生じる流体加振力によって軸振動が急激に上昇し、（ハ）へも異常振動を伝播させる。

サージングの原因は、圧縮機の運転状態の変化、アンチサージコントロールシステムの異常、インタークーラなどの（ニ）の増加が考えられる。

圧縮機に異常振動が発生した場合、運転がサージング領域となっていないか調査すると共に、振動の傾向や（ホ）、圧力脈動などを測定することで、振動の要因がサージングによるものか判断することができる。

- | | | | |
|--------|---------|--------|-------|
| A 吐出配管 | B 周波数分析 | C 温度監視 | D 剥離 |
| E 軸受温度 | F 不安定 | G 漏洩 | H 軸振動 |
| I 吸込配管 | J 圧力損失 | | |

問16	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	D	F	A	J	B

【問17】 次の文は、遠心圧縮機の軸受とシールの補修に関する記述である。文中の（イ）～（ホ）内に最も適切な語句を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

軸受摺動部であるホワイトメタルに著しい損傷や焼損が認められた場合、ホワイトメタル部を（イ）し修理を行う。また、（イ）実施後においては（ロ）を実施し、ホワイトと台金の（ハ）を確認する。

ドライガスシールやメカニカルシールにおいては、回転環の（ニ）や（ホ）など特殊な検査が必要であるため、基本的には製造者にて検査、補修、修理を行うことが望ましい。

- | | | | |
|--------|------|-----------|---------|
| A 寸法測定 | B 改鋳 | C 溶接 | D 機械加工 |
| E RT | F PT | G ラッピング作業 | H 面精度測定 |
| I 強度 | J 密着 | | |

問17	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	B	F	J	H	G

【問18】 次の文は、往復動圧縮機のシリンダジャケット部の損傷形態と要因に関する記述である。
文中の（イ）～（ホ）内に最も適切な語句を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

シリンダの冷却に、工業用水や海水など（イ）の入っていない冷却媒体を用いている場合は、経時的な（ロ）の進行が予想されるため、定期的な（ハ）が必要である。

（イ）が入っていても（ニ）を混合して加温する場合の（ホ）や、長期間使用によりその効力が薄れていることも考慮しておくべきである。

- | | | | |
|----------|--------|-------|--------|
| A 冷却媒体交換 | B 防汚剤 | C 腐食 | D N2ガス |
| E 詰まり | F 希釈 | G 防錆剤 | H 分解検査 |
| I 試運転 | J スチーム | | |

問18	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	G	C	H	J	F

【問19】 次の（イ）～（ホ）の文は、往復動圧縮機のピストンロックナット及びピストンロッドのピストン当り面の損傷形態と要因に関する記述である。それぞれの文が説明している事柄を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

- （イ） ピストンロッドのピストン当り面の腐食が進行するとゆるみ、最終的にはシリンダヘッドに当たる懸念がある部品の名称
- （ロ） ピストンロッドのピストン当り面に起こる主な形態
- （ハ） ピストンロッドのピストン当り面に出来る隙間腐食の原因
- （ニ） ピストンロックナットの締め付けを適正にする方法
- （ホ） ピストンロッドのピストン当り面に微小隙間が発生した場合に観察される音

- | | | |
|----------------|-------------|--------------|
| A フレーキング | B 打撃による締め付け | C 摩擦音 |
| D コツコツ音 | E 触媒の飛来 | F ピストンロックナット |
| G 油圧締め | H ビックエンドボルト | I 凝縮水の流入 |
| J フレッシングコロージョン | | |

問19	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	F	J	I	G	D

【問20】 次の（a）～（e）の文は、往復動圧縮機の各種軸受材質の特徴を説明したものである。文中の（イ）～（ホ）内に最も適する語句を、下のA～Jの中から選択せよ。
（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

- (a) 埋没性・なじみ性は材質により次の順となる : (イ) ≥ (ロ) >> (ハ)
- (b) 耐疲労強度は材質により次の順となる : (ハ) > (ロ) > (イ)
- (c) (ハ) は最も“強度”に優れているが、硬度が高いため、相手材料にも高硬度（焼入れ等）が必要である。
- (d) ブロンズを（ニ）に用いている場合が多い。
- (e) ホワイトメタル製の主軸受や（ホ）に、疲労に拠るメタルの剥離が生じた場合には、アルミメタルへの変更が有効である。

- | | | | | | |
|---|--------------|---|-------------|---|----------|
| A | アルミ (A40) | B | ホワイト (バビット) | C | ブロンズ |
| D | スラスト軸受 | E | クランクピンメタル | F | クロスヘッドピン |
| G | クロスヘッドピンブッシュ | H | クロスヘッドシュー | I | 主軸受 |
| J | ピストンロッド | | | | |

問20	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	B	A	C	G	E

【問21】 次の（イ）～（ホ）の文について、往復動圧縮機の吸込弁、吐出弁に関する損傷形態と要因に関する説明として適切なものには○を、不適切なものには×を記入せよ。（解答は下の解答欄に記入せよ）

- (イ) 往復動圧縮機の部品の中で最も損傷の頻度の高い部位であり、直接の損傷の原因は、疲労、変形、摩耗、腐食、異物のかみ込みなど多岐にわたる。
- (ロ) 損傷の原因によらず、通常は保安・安全上の問題は生じない。
- (ハ) 損傷した場合、吐出性能（流量）の低下や、吐出温度の低下となって外部から確認が可能である。
- (ニ) 損傷の原因がばねの疲労破壊の場合、同一シリンダで運転時間が同じ他の弁でも同様の損傷が生じている可能性が高いと考えたほうがよい。
- (ホ) 数 10ppm 以下程度の塩素を含むガスサービスであれば、弁シートやガイドに応力腐食割れを生じる可能性はない。

問21	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	○	○	×	○	×

【問22】 次の（a）～（e）の文は、往復動圧縮機のロッドドロップセンサについて述べたものである、説明として適切なものには○を、不適切なものには×を記入せよ。（解答は下の解答欄に記入せよ）

- （a） ロッドドロップセンサとは、ライダーリングの摩耗量又は摩耗限界を検知する目的で、ピストンロッド上下方向の変移量を測定する装置の総称である。
- （b） 接触式はオンラインでライダーリングの摩耗量のモニタリングができる。
- （c） 接触式は非接触式に比べて高価である。
- （d） API618（4版）では、接触（ガス封入式、温度検知式）センサ方式のみ認められている。
- （e） 非接触式に用いられるギャップセンサは、回転機械の軸振動測定に用いられるものと測定原理が異なる。

問22	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
解答	○	×	×	×	×

【問23】 次の（a）～（e）の文は、蒸気タービンの定期検査における留意事項である。文中の（イ）～（ホ）内に最も適する語句を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

- （a） 検査に当たっては、（イ）の経歴運転記録などを調査し各部の状況を詳細に記録する。
- （b） 付着物、堆積物は必要に応じ化学分析を行い、（ロ）の参考とする。
- （c） 割れ、腐食・エロージョンなどは記録し、経年変化又は（ハ）の指針とする。
- （d） 分解後、ガスケット、Oリングなどの（ニ）はすべて新しいものに取替える。
- （e） 試運転時に（ホ）、トリップ関係の作動確認をする。

A 缶水管理	B 清掃方法検討	C 直前運転期間	D 保安テスト
E 建設以来	F 防食計画	G 耐圧部品	H 次回定期検査時
I 補機	J 劣化消耗部品		

問23	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	E	A	H	J	D

【問24】 次の文は、蒸気タービンのドレンアタックに関する記述である。文中の（イ）～（ホ）内に最も適切な語句を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

一般的に蒸気の湿り度が（イ）以上になると水滴化が始まり、復水タービンでは湿り度が（ロ）なるのでドレンアタックを生じ易い。

ケーシング内面、仕切板などの静止部分に浸食が発生するが、湿り度と（ハ）の関係でエネルギー密度が高くなる（ニ）で浸食が大きくなる傾向がある。

流速の影響を大きく受ける動翼のドレン衝突面では流速の高い（ホ）にドレンアタック現象が発生し易い。

- | | | | |
|--------|-------|------|---------|
| A 入口段側 | B 3% | C 低く | D 6% |
| E 最終段側 | F 比速度 | G 高く | H 中間の段落 |
| I 初段段落 | J 比体積 | | |

問24	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	B	G	J	H	E

【問25】 次の表は、小形往復動ポンプの油圧部と駆動部の日常点検項目である。表中の（イ）～（ホ）内に最も適する語句を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

部 位	点検項目	点検方法	判定基準
油圧部	（イ）	目視（油面レベル）	管理値
	（ロ）	聴診（聴診棒）	異音がない
	（ハ）	触診（振動計）	管理値
駆動部	（ニ）	目視	漏れがない（1ml /日以上をオイル漏れとする）
	（ホ）	目視（油面レベル）	管理値

- | | | |
|-------------------|----------------|------------|
| A 圧力 | B 吸入タンク液面 | C 温度 |
| D 漏れ | E クランクケース内潤滑油量 | F 振動 |
| G 作動油量 | H 異音 | I フラッシング温度 |
| J オイルシール及びパッキンの状態 | | |

問25	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	G	H	F	J	E

【問26】 次の表は、小形往復動ポンプの損傷形態と要因である。表中の（イ）～（ホ）内に最も適する語句を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

損傷形態	損傷要因	点検項目・部位
吐出性能低下	ごみなどの異物のかみ込み、摩耗等による（イ）の作動不良。（イ）は小形往復動ポンプの中で最も損傷頻度の（ロ）部品である	（イ）（吸入側、吐出側）
接液部の腐食、減肉	プロセス流体による腐食、減肉	（ハ）、組成
		（ニ）、ダイアフラム ヘッド
振動（破損）	基礎コンクリート（内部のシムやライナ含む）の劣化や（ホ）自身のゆるみにより、往復動の動作ごとに本体が大きく揺動し、結果としてポンプの破損に至る可能性がある	基礎、基礎架台、（ホ）

A 基礎ボルト	B 高い	C チェッキバルブ	D プロセス流体性状
E グランドパッキン	F 流体圧力	G 低い	H プランジャ
I ポンプ本体	J 接液部本体		

問26	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	C	B	D	J	A

【問27】 次の（イ）～（ホ）の文について、増減速機の歯車歯面に生じる損傷形態と要因に関する説明として適切なものに○を、不適切なものには×を記入せよ。（解答は下の解答欄に記入せよ）

（イ）	歯車のMT検査において発見された疲労亀裂の原因は過負荷運転や材料欠陥が主な原因と考えられる。				
（ロ）	歯車に生じるフレットィングは微細な振動が原因であるため、どちらかといえば運転状態で発生しやすい。				
（ハ）	繰り返し受ける接触応力でおこる局所的な疲労破壊をピッチングという。片当たりの防止やクラウニング量を改善するなど動的当たりの改善が必要である。				
（ニ）	増減速機に発生する電食は軸受に発生するものであり、歯車歯面に発生することはない。				
（ホ）	歯面に生じるスカuffィングは油膜切れによって生じるものであるため、潤滑油の種類や選定の問題よりは給油量が原因である場合が多い。				

問27	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	○	×	○	×	×

【問28】 次の文は、増減速機の動的歯当たりと静的歯当たりの検査に関する記述である。文中の（イ）～（ホ）内に最も適切な語句を、A～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

（イ）歯当りは、分解時に歯面上に残される歯当たりの痕跡から観察を行うが、これは予め運転前に歯面に対して試薬を塗布（一般的には（ロ））しておけば明確に観察が可能である。

一方、（ハ）歯当たりについては、お互いの歯面に試薬を塗布し（一般的には（ニ））手回しにてロータを回転させ、歯面に残された試薬の状態を観察して行う。

歯当たりの合否に関する基準は、変速機を製造した製作者基準を適用することが望ましいが、歯当たりの一般的な事例として、クラウニングされている歯車においては、動的歯当りは（ホ）以上、静的歯当りは70%以上が要求される。

A 静的	B 30%	C ベアリングレッド	D 50%
E 局部的	F 60%	G 動的	H 工業用インク
I ダイケムブルー	J 浸透液		

問28	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	G	I	A	C	F

【問29】 次の文は、増減速機の歯車の歯面に関する損傷形態と要因に関する記述である。文中の（イ）～（ホ）内に最も適切な語句を、A～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

（イ）は歯車の運動方向で生じる（ロ）であり初期段階の損傷である。

エロージョンには、潤滑油が衝突することで生じるものと、潤滑油中に存在する気泡が原因で発生する（ハ）によって生じる損傷があり、潤滑油の給油状態の確認など潤滑油管理が重要である。

（ニ）とは、お互いの歯面において硬い異物が介在する場合に生じる損傷。潤滑油を含む環境管理と歯面の適切な（ホ）が重要である。

A 硬度管理	B キャビテーション	C スカッフイング	D 肌荒れ
E エロージョン	F スポーリング	G 線状傷	H 面粗度管理
I スクラッチ	J アブレッシブ摩耗		

問29	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	I	G	B	J	A

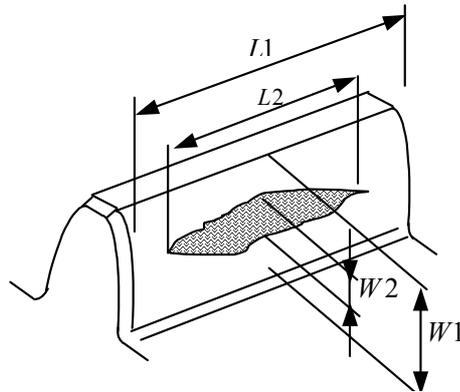
【問30】 次の（イ）～（ホ）の文は、増減速機における補修・改善事例を述べたものである。
正しいものに○、誤っているものに×を記入せよ。（解答は下の解答欄に記入せよ）

- （イ） 軸受クリアランスが基準値を超えた状態で増減速機の運転を行うと、軸振動の上昇や不安定な運転となるばかりでなく、歯当たり異常や歯面の摩耗の原因となる
- （ロ） バックラッシが大きい場合、歯面の焼付きやギヤの歯の折損につながり、逆にバックラッシが小さい場合、騒音増大や接触荷重点の移動による歯の折損の原因となる。
- （ハ） 局局面圧の高い歯面に劣化した潤滑油が供給された場合、バックラッシが適切でなくなるため、潤滑油についても適切な管理が重要である。
- （ニ） ギヤケーシングにおけるロックピンの穴やピン自体が長期使用によって変形や歪が生じている場合、ロック穴の加工やピンの交換を行う必要がある。

（ホ） 歯あたりは以下の算式で求められる。

$$\text{歯すじ方向の歯あたり} : \frac{L2 \text{ (歯あたり長さ)}}{L1 \text{ (有効歯すじ長さ)}} \times 100 \text{ (\%)}$$

$$\text{歯けた方向の歯あたり} : \frac{W2 \text{ (歯あたり幅の平均値)}}{W1 \text{ (有効歯けた)}} \times 100 \text{ (\%)}$$



問30	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	○	×	×	○	○

【問31】 次の（a）～（d）の文は、油冷式スクリュウ圧縮機内のメカニカルシールに関する記述である。文中の（イ）～（ホ）内に最も適する語句を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

- （a） メカニカルシールは油冷式スクリュウ圧縮機の中で最も（イ）と考えられる部品である。
- （b） スタフィングボックス圧力、周速度や（ロ）から考えれば、一般的に油冷式スクリュウ圧縮機内のメカニカルシールの使用条件は（ハ）といえる。
- （c） 予備機の無い場合にはメカニカルシールの保全形態は（ニ）とするのが現実的である。
- （d） メカニカルシールの長寿命化を期待する場合には（ホ）も有効な対策である。

- | | | |
|--------------------|----------|-----------------|
| A 寿命が短い | B 寿命が長い | C 夾雑物の存在 |
| D ポンプより厳しい | E TBM | F CBM |
| G 高圧高温条件 | H ポンプと同等 | I メカニカルシールのダブル化 |
| J スタフィングボックス圧力の高圧化 | | |

問31	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	A	C	D	E	I

【問32】 次の（イ）～（ホ）の文について、油冷式スクリュウ圧縮機のロータ及びケーシング耐圧部に関する説明として適切なものには○を、不適切なものには×を記入せよ。（解答は下の解答欄に記入せよ）

- （イ） 雄・雌ロータとケーシング間は油膜が形成されているが、通常運転においても雄・雌のロータが接触して回転するため運転条件によっては急激な摩耗の可能性が有る。
- （ロ） ケーシング内面は潤滑油で保護されているため、通常、腐食の心配は無い。
- （ハ） 雄ロータに軸位置計が設置されている場合には、軸受摩耗によるロータの移動が検知可能である。
- （ニ） ケーシング耐圧部内部に摩耗が生じた場合、圧縮機性能（ガス吐出量、吐出温度、電流値）の変化として検知可能である。
- （ホ） プロセスガス中に硫化水素や塩素のような腐食性物質が含まれる場合、潤滑油に腐食を抑制する添加剤を追加することや、吐出温度や潤滑油温度を高くすることで腐食反応を緩慢化できる。

問32	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	×	○	○	○	×

【問33】 次の（a）～（e）の文は、油冷式スクリュウ圧縮機について述べたものであるが、その中で最も適切なものを選択せよ（解答は下の解答欄に記入せよ）

- （a） 油冷式スクリュウ圧縮機の信頼性維持に関して、最も重要なのはロータ材料の選定と管理である。
- （b） 潤滑油中にプロセスガス中の腐食成分が水分と共に蓄積された場合には、“水分”、“プロセスガス中の腐食成分”、“潤滑油中の添加剤成分”が相互に作用し、潤滑油中に腐食作用や腐食生成物を生ずる場合がある。
- （c） 油冷式スクリュウ圧縮機のプロセスガスと接触する油は、通常メカニカルシールや軸受の潤滑用に供給されない。
- （d） プロセスガス中にプロパンより重い成分が含まれる場合には、その成分が潤滑油（鉱油）中に溶解込み、その結果、潤滑油の耐酸化性が低下する。
- （e） 油種変更の際、旧油がある程度混ざっていてもトラブルが生じる可能性が小さいので、事前に新／旧油の混合試験を行い、残留許容量を確認する必要はない。

問33	b
解答	

【問34】 次の文は、油冷式スクリュウ圧縮機の油回収器、油分離器に関する記述である。文中の（イ）～（ホ）内に最も適切な語句を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

油回収器の（イ）は、（ロ）のメッシュの方が細かいため基本的には閉塞しないが、（ハ）を目安に内部点検をすることが望ましい。

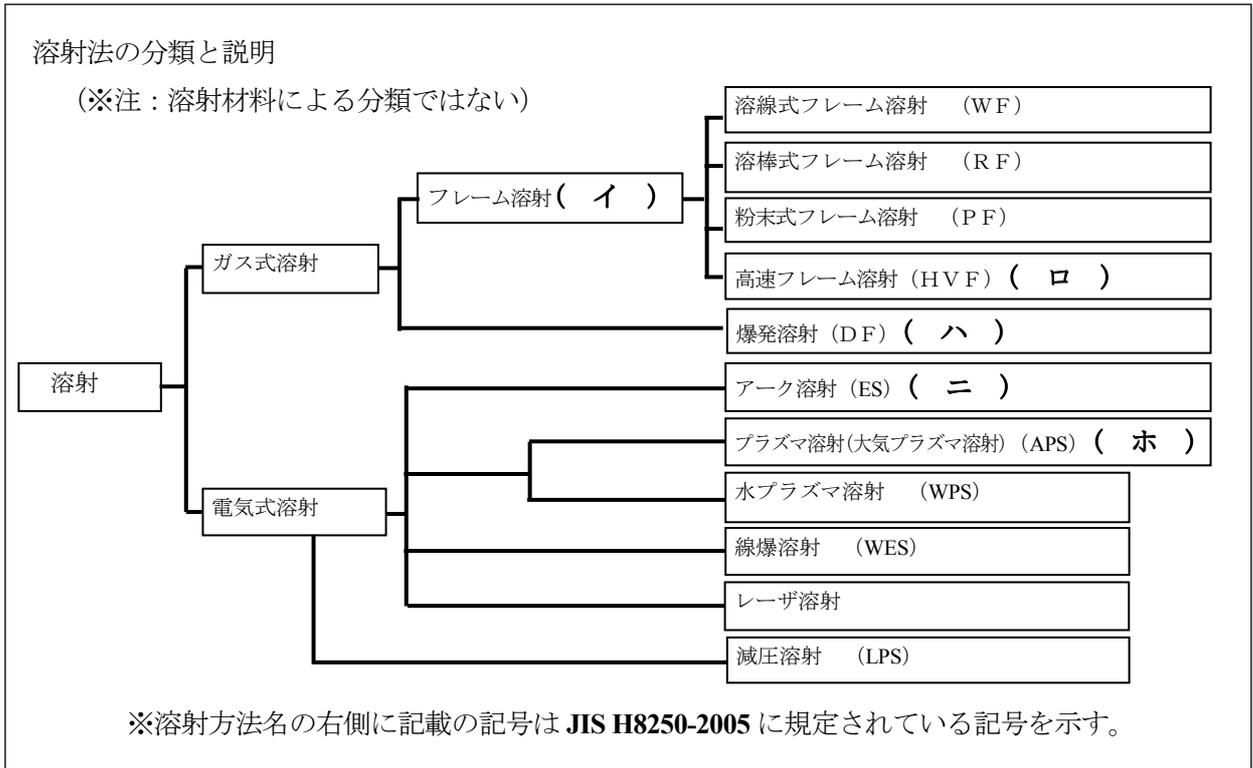
一方、油分離器が設置されている場合は（二）の劣化や閉塞が徐々に進む可能性が有るため、予備機が無い場合には、4～6年を目安に（二）の取替えを行うべきである。

当然、これらの油回収器（イ）の閉塞、油分離器（二）の劣化の速度は、（ホ）により変化するため、点検・交換周期は過去の検査実績を基に決定すべきである。

A エlement	B 吸入ガスフィルタ	C 潤滑油フィルタ
D 2年～4年	E 潤滑油の粘度	F デミスタ
G 4年～6年	H オイルクーラ	I プロセスガスの清浄性
J 潤滑油のグレード		

問34	（イ）	（ロ）	（ハ）	（二）	（ホ）
解答	F	B	G	A	I

【問35】 次の図中の（イ）～（ホ）の溶射法の説明文として適当なものを、下のA～Eの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で記入せよ）



- A ガス又は液体燃料と酸素の燃焼フラームを加圧させ、噴射速度を上昇させた溶射法である。
- B アセチレンガスなどの燃料ガスと酸素の燃焼炎を溶射材料の熔融熱源とし、溶線式、溶棒式および粉末式がある。
- C 比較的初期に開発された溶射法で 2 本の溶射材料金属線の先端に直流アークを発生させて溶融し、圧縮空気で噴射させて補修面に皮膜を形成するものである。
- D Ar,He,H₂,N₂ などの高温プラズマ流に溶射材料の粉末を送入させ補修面に吹き付けるものである。
- E 耐圧構造の燃焼容器に可燃性ガスと酸素の混合気体と粉末溶射材料を供給し、点火プラグによって爆発放射させる溶射法である。

問35	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	B	A	E	C	D

【問36】 次の（イ）～（ホ）の文について、溶接補修に関する説明として適切なものには○を、不適切なものには×を記入せよ。（解答は下の解答欄に記入せよ）

- （イ） 一般に溶接補修は周囲からの拘束が大きいこと、そして予熱、直後熱、溶接後熱処理などの熱管理が難しい。欠陥発生の原因を踏まえた割れ対策等が要求されるが、製造段階における溶接と同等の施工管理で実施する。
- （ロ） 鋳鉄の溶接は、延性に乏しく、硬くて脆いため溶接による残留応力が肉厚不同部や角に集中して、溶接部以外にも割れが発生しやすい。
- （ハ） 割れた部分の補修では、開先加工前に割れの両端にストップホールという、割れ伸展止めの穴を開けておく効果的（割れの伝播を防止）である。
- （ニ） 鋳鋼の溶接は、通常、炭素量に関係なく、リン（P）、イオウ（S）などの不純物が多くても良好な溶接が可能である。
- （ホ） 溶接後熱処理は、溶接熱影響部の軟化、溶接部の延性及び切り欠きじん性の向上、応力腐食割れの防止などの性能改善と、溶接残留応力を緩和することができる。

問36	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	×	○	○	×	○

【問37】 次の（イ）～（ホ）の文について、機種別の監視装置に関する説明として適切なものには○を、不適切なものには×を記入せよ。（解答は下の解答欄に記入せよ）

- （イ） 遠心ポンプのメカニカルシールからの漏洩監視には、流体条件によって検出不能なものも有り、センサの選定には適用可能なものを選定する必要がある。
- （ロ） 遠心圧縮機では、サージング域での運転を回避するため運転状態を常時監視し、サージング域に近づいた場合、風量を増加させる等の操作が行われる。
- （ハ） 遠心圧縮機の軸受温度監視は軸受パッドに温度計が埋め込まれたものが多く採用されている。しかし軸受排油温度による検知に比べ軸受そのものの状態監視能力は低い。
- （ニ） 往復圧縮機のロッド・ドロップは主として軸受メタルの摩耗により生じるが、ロッド・ドロップを連続的に監視することで、メタルの取り替え時期を事前に予知することが出来る。
- （ホ） 蒸気タービンは、スラスト軸受の異常な摩耗やスチームコンデンセートのキャリオーバによるロータ異常移動現象を監視するために軸移動計が装備される場合がある。

問37	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	○	○	×	×	○

【問38】 次の文は、遠心ポンプの経年使用による性能低下に関する記述である。文中の（イ）～（ホ）内に最も適切な語句を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

遠心ポンプの性能低下に、特に影響を及ぼす項目としては、（イ）の腐食・摩耗、（ロ）部の摩耗による漏れ量増加、並びにインペラおよび（ハ）表面の肌荒れ等があげられる。

現場での改善方法としては、（ロ）の隙間が規定値（要求値）を満足出来なくなった場合は（ニ）が必要となるが、交換基準は、API 610基準で定められている（ホ）倍以上を目安としている。

- | | | | |
|---------|-------------|------|----------|
| A 肉盛り | B ウェアリングリング | C 4 | D ケーシング |
| E 2 | F インペラ | G 交換 | H 軸受ボックス |
| I ラビリンス | J 切削 | | |

問38	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	F	B	D	G	E

【問39】 次の（イ）～（ロ）の文は、定期検査において腐食、エロージョンが認められた場合の措置、（ハ）～（ホ）はきずが認められた場合の措置である。異常時の措置に関する説明として適切なものには○を、不適切なものには×を記入せよ。（解答は下の解答欄に記入せよ）

- （イ） 腐食、エロージョンが認められた場合、それ自体が問題であるから程度の如何に関わらず補修、取替えなどを行う
- （ロ） 肉厚は管理値による判定を行う
- （ハ） きずが確認された場合、発生原因を調査する
- （ニ） きずはそれ自体が問題であるから、程度や進展速度に関係なく処置しなければならない
- （ホ） きずの深さを定量的に評価する場合はダイヤルゲージなどを用いる

問39	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	×	×	○	×	×

【問40】 次の文は、回転機の日常点検の主な点検項目の漏れについて、判定基準を定義した根拠と運用方法を解説したものである。文中の（イ）～（ホ）内に最も適切な語句を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

メカニカルシールは、摺動面の微細な凹凸内にシール流体が分子層程度の厚みで介在することにより、焼付や摩耗をせずにシール性能を維持することが出来、この流体膜は常に新流体に入替わることによって（イ）が保たれるものであるから、原理的には微量の漏洩が存在する。

しかし、石油精製・石油化学プラントなどにおける一般的プロセスポンプは、殆ど（ロ）に近い状態で運転されていることから、判定基準は“ゼロ”すなわち『漏れがない』としている。

次に漏れがある場合の処置であるが、大量漏洩である場合を除き、漏れがあることで即座にポンプを停止する判断には到らず、（ハ）、漏れの形態などを勘案して傾向監視対象とするか、又は補修計画を立案することが行われる。

尚、摺動面を潤滑して保護するために意図的に漏洩させるように設計されている特殊回転機（ボイラ給水・循環ポンプ用シールや（ニ）の油シール）については、コストパフォーマンス及び漏れた際のリスク評価等により、シールシステム（シールの配置・形式・材質・冷却方式・補助装置）を検討し、個々のシールシステムによって漏洩量が設定されるため、このような場合には（ホ）による判定を行うものとなる。

- | | | |
|-------------|-----------|-------------|
| A 密封効果 | B 管理値 | C 運転時間 |
| D 取扱い流体の危険性 | E 漏洩量目視ゼロ | F 高圧ポンプ |
| G 潤滑（冷却）効果 | H 基準値 | I 連続的な滴下で安定 |
| J 高PV値仕様 | | |

問40	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	G	E	D	J	B