

【03】 航空・宇宙部門

IV 次の35問題のうち25問題を選択して解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

IV-1 宇宙空間から地球の大気圏内に帰還する宇宙機で用いられるアブレター（アブレーション冷却に使用される素材）に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① 炭素繊維などを混ぜた樹脂であり、その気化によって空力加熱から機体を防御する。
- ② 材料自身の損耗を伴うため、他の熱防御方法に比べて信頼性が低い。
- ③ 熱伝導性が悪いので、機体内部の温度上昇を小さくすることができる。
- ④ ロケットエンジンのノズルでも利用される。
- ⑤ 木星など太陽から遠く離れた惑星大気に突入する惑星探査機にも利用される。

IV-2 フラッターに関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① フラッターは、非定常空気力の時間遅れにより振動を助長する方向に空気力が働く関係に陥ることにより発生する。
- ② フラッターにより構造が破壊に至ることがある。
- ③ 翼の前後方向の重心位置が後方であれば、フラッターは起きにくい。
- ④ 亜音速域では、翼の曲げとねじりが連成するフラッターが起きやすい。
- ⑤ 遷音速域では、翼面上に生じる衝撃波運動が原因で急激に翼のフラッター速度が低下する。

IV-3 材料の破壊に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして正しいものはどれか。

a は、き裂先端における応力の強さを表す量である。線形弾性破壊力学では、その値が材料の  b に達したときに破壊すると考えるが、 b は材料の厚さに関係し、材料強度の比較には  c の値が用いられる。

- |   | a      | b    | c  |
|---|--------|------|----|
| ① | 応力集中係数 | 破壊靱性 | 厚板 |
| ② | 応力拡大係数 | 破壊靱性 | 薄板 |
| ③ | 応力拡大係数 | 破壊靱性 | 厚板 |
| ④ | 応力拡大係数 | 引張強さ | 厚板 |
| ⑤ | 応力集中係数 | 引張強さ | 薄板 |

IV-4 全備重量350,000 kgf、主翼幅60 m、アスペクト比6の機体について、対応する翼面荷重 (kgf/m<sup>2</sup>) は、次のうちどれに最も近い。

- ① 486    ② 583    ③ 972    ④ 35,000    ⑤ 58,300

IV-5 翼の失速に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① 失速は、翼の迎え角を極端に増やすなどして翼上面の境界層が剥離して揚力が減少することにより発生する。
- ② 後縁失速とは、後縁剥離を原因とし、揚力は迎え角の増大に対して最大値から緩やかに減少する。
- ③ 前縁失速とは、前縁剥離を原因とし、揚力は迎え角の増大に対して最大値から緩やかに減少する。
- ④ 薄翼失速とは、前縁剥離バブルを原因とし、揚力は迎え角の増大に対して最大値から緩やかに減少する。
- ⑤ 前縁剥離と後縁剥離の両者を伴うタイプの失速も存在し、混合型と呼ばれる。

IV-6 静止空気中の2次元翼の振動に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして正しいものはどれか。(静止空気は非圧縮性完全流体とする。)

静止空気中の固有振動数を真空中での値と比較してみると、空気の影響による a を考慮したことと同等であり、真空中の固有振動数より b なる。ここで、 a は c 。

|                      | <u>a</u> | <u>b</u> | <u>c</u>    |
|----------------------|----------|----------|-------------|
| ① 付加断面係数と付加断面2次モーメント |          | 低く       | 空気の密度に比例する  |
| ② 付加質量と付加慣性モーメント     |          | 高く       | 空気の密度に比例する  |
| ③ 付加断面係数と付加断面2次モーメント |          | 高く       | 空気の密度に比例する  |
| ④ 付加断面係数と付加断面2次モーメント |          | 低く       | 空気の密度に反比例する |
| ⑤ 付加質量と付加慣性モーメント     |          | 低く       | 空気の密度に比例する  |

IV-7 流れの圧縮性に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① 一般に気流のマッハ数が0.5程度以下では、圧縮性を考慮する必要はない。
- ② 圧縮性粘性流では、密度変化が流体の運動に影響を与える。
- ③ 圧縮性粘性流の解析では、連続の式、運動方程式、エネルギー方程式、状態方程式を連立して解く必要がある。
- ④ 圧縮性を考慮する必要のある高速流れでは、流体の運動エネルギーが内部エネルギーに変換されることによる温度変化が大きい。
- ⑤ 圧縮性を考慮する必要のある高速流れでは、粘性係数や熱伝導係数を温度の関数として扱う必要がある。

IV-8 VOR (VHF Omnidirectional Range) に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① 地上のVOR局と航空機に搭載されるVOR受信機により構成される。
- ② 108 MHzから118 MHzの周波数帯の電波が使用される。
- ③ 航空機から見た地上局の磁方位が得られる。
- ④ DME (Distance Measuring Equipment) 局と併設されるが、TACAN (Tactical Air Navigation) 局と併設されることはない。
- ⑤ 受信機は、地上局からの信号を受信し、すべての方位にわたって位相一定な基準位相信号と受信方位によって位相が変化する可変位相信号とを分離し、両信号の位相差測定を行う。

IV-9 次の航空保安施設のうち、送信無線周波数が最も高いものはどれか。

- ① DME (Distance Measuring Equipment)
- ② ARSR (Air Route Surveillance Radar)
- ③ ASR (Airport Surveillance Radar)
- ④ SSR (Secondary Surveillance Radar)
- ⑤ TACAN (Tactical Air Navigation)

IV-10 エアデータ装置に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① 周囲の大気の状態とそれに対する航空機の相対的な動きを静圧、全圧、温度及び流れの方向として検知する。
- ② ピトー静圧管及び機体側面に設けられた静圧孔によって全圧及び見かけの静圧（「機体表面静圧」を「見かけの機体周辺大気静圧」とみなす）が検出される。
- ③ 静圧孔（センサ）の位置や航空機の色度による静圧の誤差は比較的少なく、補正等は不要である。
- ④ エアデータ出力としては、気圧高度、昇降率、較正対気速度などがある。
- ⑤ RVSM (Reduced Vertical Separation Minimum) に対応するために、より精度の高いADC (Air Data Computer) が搭載されつつある。

IV-11 電波高度計に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① 使用周波数は、国際的に割り当てられた1.6 GHz帯、4.3 GHz帯、15.55 GHz帯を用いている。
- ② FM方式は、ドップラー効果による周波数差により高さを算出する。
- ③ FM方式は、三角波でFM変調した電波を使用する。
- ④ パルス方式は、地表で反射されて戻ってくるまでの電波の往復時間を直接計測することで機体高度を得る。
- ⑤ SS（スペクトラム拡散）方式は、編隊飛行時などに自身の発射した電波を確実に取得できる。

IV-12 航空用データリンクに関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① ADS（Automatic Dependent Surveillance）は、航空機の測位機器に依存した監視データの転送である。
- ② ACARS（ARINC Communications Addressing and Reporting System）データリンクは、AOC（Airline Operational Communications）通報に用いられるフォーマットのみを持つ。
- ③ 衛星データリンクは、インマルサット衛星などを使用して運用されている。
- ④ VDL（VHF Digital Link）モード2は、D8PSK変調方式を採用している。
- ⑤ FANS（Future Air Navigation System）の実現を目指して搭載されるFANS-1/Aは、既存のACARSやFMS（Flight Management System）を利用して開発されたシステムである。

IV-13 衛星航法システムの1つであるGPS (Global Positioning System) に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① Lバンドのスペクトラム拡散方式の信号が用いられる。
- ② Lバンドの電波に含まれる情報（航法メッセージ）には、電波伝搬補正データや衛星時計のバイアス誤差データが含まれないため、別のデータリンクも用いられる。
- ③ GPS受信機の基本動作は、衛星から受信機までの直線距離計測を複数の衛星について行うものである。
- ④ 複数周波数の信号を使用することで、電離層遅延時間の差を用いた補正精度の向上が実現される。
- ⑤ 精度向上の方法としてディファレンシャル方式があり、既知の場所に設置された地上局からのデータを用いて位置計算値を補正することで誤差を低減できる。

IV-14 TCAS (Traffic alert and Collision Avoidance System) に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① TCASは、航空管制とは独立した航空機どうしの衝突を防止するための機上装置である。
- ② TCAS-Iは、Traffic Advisoryのみを提供する。
- ③ TCAS-IIは、水平方向のResolution Advisoryも提供できる。
- ④ 他の航空機に装備してあるATCトランスポンダを用いて距離、高度、方位を測定できる。
- ⑤ TCASは、地上SSR局と同様に質問機能を基本とした機上装置である。

IV-15 ヘリコプタにおけるロータ回転軸とブレードを結合する部分であるハブに関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① フラッピングヒンジ、リードラグヒンジ及びフェザリングヒンジを持ったハブを全関節型と称し、通常、リードラグ運動を減衰させるためのダンパを備えている。
- ② シーソー型ハブは、2枚のブレードのロータで、両方のブレードを一体としてシーソーのように回転軸の中央に設けた1つのフラッピング軸で支える方式である。
- ③ 最近の中・大型ヘリコプタでは、フラッピング及びリードラグヒンジそれぞれに球面エラストメリックベアリングを用いる形式が多くなってきている。
- ④ ヒンジレス型ハブは、ヒンジを持たない型式である。ただし、フェザリングヒンジのみを持ったものもある。
- ⑤ ベアリングレス型ハブは、複合材料の優れたひずみ疲労強度と剛性の異方性を利用し、すべてのヒンジを、複合材料製ビームの弾性曲げねじり変形で置き換えた型式である。

IV-16 ヘリコプタの操縦方法に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- ① シングルロータヘリコプタの縦方向の操縦には、メインロータの推力の傾斜とハブモーメントを用いる。
- ② タンデムロータヘリコプタの横方向の操縦には、両ロータの推力の傾斜の差のみを用いる。
- ③ 方向操縦に用いる操縦装置は、サイクリックスティックである。
- ④ 縦方向の操縦に用いる操縦装置は、コレクティブスティックである。
- ⑤ 横方向の操縦に用いる操縦装置は、ペダルである。

IV-17 飛行機の制御に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① 飛行機の制御を、制御ループの視点から整理すると、安定化コントロールループ、誘導コントロールループ、航法コントロールループの、3つのレベルの制御ループに分割することができる。
- ② 安定性増大装置は、主に加速度センサによって検出された飛行機の加速度情報をフィードバックし、アクチュエータにより舵面を動かすことで、飛行機の減衰性を増大させ、動特性を改善しようとするものである。
- ③ 安定性と操縦性の両方を向上させた制御系を実現させる制御装置を操縦性増大装置と呼ぶ。
- ④ パイロット入力から舵面アクチュエータまでの機械的結合をすべて除去し、電気信号によりすべての情報を伝達する方式をフライ・バイ・ワイヤと呼ぶ。
- ⑤ 速度変化による縦のトリム変化を自動的に補正することを中立速度安定機能という。

IV-18 宇宙機の軌道変更に関連する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① 初期／終端条件が円軌道で与えられる同一平面内での軌道遷移の最小な $\Delta V$ を与える最適解は、2又は3インパルスのホーマン型移行となる。
- ② 2点間を指定された時間で移行するケプラー軌道を求める問題は、ダランベール問題と呼ばれる。
- ③ ランデブー問題などで、接近する軌道間の移行を考える場合には、基準となる軌道に対する相対運動を考えると便利であり、基準軌道まわりに線形化された相対運動方程式はヒルの方程式と呼ばれる。
- ④ パッチドコニックス法は、惑星間空間では太陽の重力のみを、打上時や惑星到着時、スイングバイ時には太陽の重力の影響を無視して地球や到達惑星、中間惑星の重力のみを考慮したケプラー軌道として扱う方法である。
- ⑤ 通常の化学燃料エンジンによる軌道移行では、燃焼時間が短いために、「エンジン燃焼中の位置の変化を無視し、空間の一点で速度が不連続に変化する」という近似を用いて解析される。



IV-19 人工衛星のシステム試験に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① 電磁適合性試験とは、電波暗室などの試験設備内で、衛星が各アンテナからRF信号を放射した状態で、衛星に搭載された機器が互いに電磁干渉の影響を受けないことを確認する試験のことをいう。
- ② 音響試験とは、打上時に発生する音響や振動など、空気振動を通じて衛星に加わる音響環境に耐え得ることを確認する試験である。
- ③ 衝撃試験とは、ロケットからの分離時や、展開構造物の展開時に火工品点火動作によって加わる衝撃環境に、衛星が耐え得ることを確認するための試験である。
- ④ 振動試験には、衛星の固有振動数が規格値を満足することを確認する正弦波振動試験と、打上時にロケットから衛星分離部を通じて衛星に伝達される、比較的低周波数の振動に耐え得ることを確認するモーダルサーベイがある。
- ⑤ 推進系リーク試験とは、振動試験などの環境試験の実施により、推進系に異常や損傷がないことを確認するための試験であり、通常、推進系をヘリウムガスで加圧し、リークを確認する方法がとられる。

IV-20 人工衛星に搭載される姿勢センサに関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① 太陽センサは、半導体起電力素子などの検出器で太陽光を検出し、太陽光入射角により出力や検出位置が変化することを利用して太陽方向と衛星との角度を計測するセンサである。
- ② 恒星センサは、恒星光を固体撮像素子などの検出器により検出し、検出された恒星を同定することにより、恒星の方向を基準として衛星の姿勢角を求めるセンサである。
- ③ 地球センサは、地球／宇宙空間の赤外領域における輻射強度の違いから地球ディスクを検出し、地球中心方向を計測するセンサで、通常、衛星のロール・ヨー姿勢角を求めるために用いる。
- ④ リングレーザジャイロとファイバオプティックジャイロは、サニヤック効果を利用して角速度を検出するセンサである。
- ⑤ 磁気センサは、フラックスゲート磁力計などにより衛星位置における地球磁場を検出するもので、磁気制御系のセンサとして使用される。

IV-21 制御系全般に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① 伝達関数の分母多項式から導かれる特性多項式の根の実部が負であるとき、「安定である」という。
- ② 伝達関数を分子/分母で表される有理関数としたとき、分母がゼロとなる点を極、分子がゼロとなる点を零点と呼ぶ。
- ③ 伝達関数を分子/分母で表される有理関数としたとき、分子がゼロとなるすべての点の実部が負のとき、非最小位相であるという。
- ④ 周波数領域における制御系設計では、制御則の伝達関数の構造を指定する。代表的なものとしてPID補償や進み遅れ補償がある。
- ⑤ ロバスト制御は、制御対象がもつ不確かさやそのモデル化における誤差、あるいは、外乱など、未知な値の影響に対して安定化を図る制御である。

IV-22 人工衛星の熱制御に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① 宇宙空間は、絶対零度に近い放射シンクである。
- ② 太陽光は、おおよそ $0.5 \mu\text{m}$ に波長のピークがあり、その強度は、地球近傍では約 $1.4 \text{ kW/m}^2$ である。
- ③ 能動型熱制御とは、電子機器などの熱源から吸熱源である宇宙空間までを結ぶ熱伝達パスの熱物理特性を、コーティング、インシュレーション、セパレータ等により調整することである。
- ④ ヒートパイプは、液体の相変化に伴う潜熱の授受を利用した熱伝達素子で、加熱部と冷却部の温度差が距離にほとんど依存しないのが特徴である。
- ⑤ 熱バランス試験では、大型スペースチャンバー内に衛星を設置して高真空状態とし、チャンバシュラウドに液体窒素を循環させるなどして宇宙の熱環境を模擬する。

IV-23 電気推進機に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① 太陽光エネルギーや原子力エネルギーを一度電気エネルギーに変換した後、アーク放電などにより推進剤を加熱・電離させ、様々な形で推進剤を加速し、その反作用によって推力を発生させるものである。
- ② イオンスラスタやホールスラスタは、宇宙機の帯電を防ぐため、中和器から電子を放出し、イオンビームを中和する。
- ③ パルス型プラズマスラスタは、構成が簡単で、小型軽量低電力であり、高信頼性の推進機を低コスト、短期間で開発が可能である。
- ④ アークジェット推進剤にヒドラジン分解ガスを用いると、一液式又は二液式ガスジェットと推進剤を共有できる。
- ⑤ 耐久性認定のために行われる寿命に匹敵する実時間地上試験は、大気中で行われる。

IV-24 人工衛星の放射線及びデブリ環境に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- ① 太陽からの放射線は地球の磁場にせき止められるので、磁気圏の中にある地球の近傍は、放射線の流入の無い穏やかな環境である。
- ② 携帯電話向けの民生部品などの高機能化、小型化の進歩に伴って、それに対応した放射線に強い宇宙用認定部品が続々と開発されている。
- ③ 強い放射線の透過によるメモリなどの半導体素子の損傷は、データを書き込んでから一定時間放置したのちデータを書き出し、原データと照合することによりモニタできる。ビットエラーが発生していれば、一過性の損傷が発生していると判断できる。
- ④ デブリが正面衝突する時の相対速度は、おおよそ30 km/sにも達する。
- ⑤ 光学式やレーダ式のデブリモニタは、数cmレベルの比較的大きなデブリを観測するのに適しており、クレータ形状測定式は1mm以下の小さなデブリを観測するのに適している。

IV-25 液体ロケットの代表的な推進薬に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① 液体酸素は、腐食性、毒性がなく、性能も比較的高いので、酸化剤として幅広く使われる。
- ② 四酸化二窒素は、常温で貯蔵可能な液体であるが、激しい毒性がある。多くの酸化剤と自着火性（混合しただけで着火する性質）がある。
- ③ 液体水素は、すべての推進薬の中で最も軽く、最も冷たい燃料である。密度が小さいためタンク容積がかさばる。
- ④ 液化メタンは、極低温炭化水素燃料であり、液体水素よりも密度が高く価格も安い。
- ⑤ ヒドラジンは、有毒性の液体であり、多くの物質と反応し分解するので、一液推進薬として使われることが多い。

IV-26 地球周回衛星の軌道の主な摂動源とその影響に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- ① すべての軌道要素の摂動は周期的に変化し、軌道要素の最大値と最小値が許容範囲に入っていれば特に対策を要しない。
- ② 地球の重力場が完全な球対称ではないことからくる外乱により摂動が生じる。
- ③ 人工衛星の軌道は、地球と衛星の二体問題で計算した軌道に対して、第三の天体の引力の影響で摂動を受ける。最も大きな効果を与えるのは火星である。
- ④ 宇宙空間に存在する希薄な大気の影響を受けて、人工衛星の速度は上下する。特に高度400 km程度以下の低軌道では影響が顕著である。
- ⑤ 太陽からの放射による摂動の影響で、軌道は太陽側に伸び、太陽の反対側に縮まっていく。

IV-27 全質量 $1.0 \times 10^4$  kgの1段式ロケットが推力 $5.0 \times 10^5$  Nのエンジンを作動させて上昇している。このロケットの中に半径1.0 mの球形タンクがあり、密度 $1.0 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>の液体推進薬が満充填されており、かつ上側頂部から $1.0 \times 10^5$  Paの圧力で加圧されているものとする。リフトオフ直後のこのタンクの底部における圧力は、次のうちどれに最も近い。

- ①  $1.0 \times 10^5$  Pa    ②  $1.5 \times 10^5$  Pa    ③  $2.0 \times 10^5$  Pa  
④  $6.0 \times 10^5$  Pa    ⑤  $1.1 \times 10^6$  Pa

IV-28 流体の粘性係数 $\mu$ の単位をSI基本単位で表したのものとして正しいものはどれか。なお、流体の密度を $\rho$ 、速さを $U$ 、その中にある物体の代表的長さを $L$ とすると、レイノルズ数 $Re$ は次の式で定義される。 $Re = \rho UL / \mu$

- ① kg・m/s            ② kg・m<sup>2</sup>・s            ③ kg・s/m  
④ kg/(m・s)        ⑤ kg・s<sup>2</sup>/m

IV-29 準天頂衛星及び関連システムに関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① GPSは、高度約2万km、周期約12時間の円軌道に複数の人工衛星を配して、世界中で常時測位信号を受信できるようにした衛星システムである。  
② 準天頂衛星システムは、測位を目的として、日本のほぼ天頂（真上）を通り、周期約12時間の軌道を持つ人工衛星を複数機組み合わせた衛星システムである。  
③ GPS衛星による測位が必要とする、最低4機の人工衛星からの測位信号は、日本の山や高い建物が障害となり測位精度を低下させることがある。  
④ 準天頂衛星システムは、補強信号の送信などの工夫により、1 m程度、あるいはさらに高精度への測位精度向上を目指している。  
⑤ 準天頂衛星が、日本の天頂付近に常に1機以上見えるようにするには、最低3機の衛星が必要である。

IV-30 ソーラーセイルに関する次の記述の、に入る語句の組合せとして正しいものはどれか。なお、光のエネルギーと速度をそれぞれ  $E$ 、 $c$  とすると、光の運動量  $p$  は、 $p = E/c$  と表される。また、光の速度は  $3.0 \times 10^8$  m/s とする。

膜面積が  $100 \text{ m}^2$  の理想的なソーラーセイルでは、光のエネルギーが  $2.7 \times 10^3 \text{ W/m}^2$  に達する金星公転軌道近辺では、理論的に最大で  a  N の力を得ることができ、それは膜面積が  b  の場合である。また、ソーラーセイルの実証などを目的とする小型ソーラー電力セイル実証機「IKAROS」では力の発生を確認したほか、膜面の一部の  c  を変化させることでトルクを生み出している。

- |   | <u>a</u>             | <u>b</u> | <u>c</u> |
|---|----------------------|----------|----------|
| ① | $9.0 \times 10^{-4}$ | 拡散反射     | 温度条件     |
| ② | $9.0 \times 10^{-4}$ | 鏡面反射     | 反射条件     |
| ③ | $1.8 \times 10^{-3}$ | 鏡面反射     | 温度条件     |
| ④ | $1.8 \times 10^{-3}$ | 拡散反射     | 反射条件     |
| ⑤ | $1.8 \times 10^{-3}$ | 鏡面反射     | 反射条件     |

IV-31 人工衛星の地球周回軌道に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① 人工衛星の軌道周期が地球の自転周期の整数分の 1 の軌道を、回帰軌道という。
- ② 人工衛星の軌道周期が地球の自転周期と同一である軌道を、同期軌道という。
- ③ 同期軌道の一つで、赤道上空約 3 万 6 千 km の高度にある円軌道を、静止軌道という。
- ④ 同期軌道の一つで、軌道傾斜角が 90 度、離心率が零である場合を、太陽同期軌道という。
- ⑤ 太陽同期軌道の一つで、数日周期で同一時刻に同一地点の上空に戻ってくる軌道を、太陽同期準回帰軌道という。

IV-32 地球の大気構造に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして正しいものはどれか。

地球大気は鉛直方向にほぼ成層構造をしており、温度構造の特徴に応じて、高度が低い方から、対流圏、 a ，中間圏， b と呼ばれている。各成層では c が逆転している。

- |       | <u>a</u> | <u>b</u> | <u>c</u> |
|-------|----------|----------|----------|
| ① 成層圏 | 熱圏       | 大気圧      |          |
| ② 電離圏 | 熱圏       | 温度勾配     |          |
| ③ 熱圏  | 成層圏      | 大気圧      |          |
| ④ 成層圏 | 熱圏       | 温度勾配     |          |
| ⑤ 熱圏  | 電離圏      | 大気圧      |          |

IV-33 微小重力環境利用実験に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① 落下塔などの落下施設では、 $10^{-2}$  G程度と最も品質が悪く、数秒程度と短い微小重力環境であるが、地上の装置が利用可能である。
- ② 小型ロケットでは $10^{-4}$  G程度で数分の微小重力環境が得られるが、有人に対応する必要は無いものの、専用の装置を使わなければならない。
- ③ 回収カプセルやフリーフライヤーなどの人工衛星を用いた場合は、 $10^{-7}$  G程度と良好かつ数週間から数か月に及ぶ長期間の微小重力環境が得られる。
- ④ スペースシャトルなど、有人宇宙輸送システムを用いる場合は、 $10^{-5}$  G程度で10日前後の微小重力環境が得られるが、装置に有人に対応する安全性が必要となる。
- ⑤ 国際宇宙ステーションなど、有人軌道実験室を用いる場合は、 $10^{-6}$  G程度と良好かつ数年におよぶ長期間の微小重力環境が得られるが、必要物資補給機のドッキングによる擾乱など特有の問題もある。

IV-34 摩擦攪拌接合に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① 真空中で加熱・加圧して接合する方法である。
- ② 固相接合である。
- ③ アルミニウム合金の接合が可能である。
- ④ ロケットの燃料タンクで使用される場合がある。
- ⑤ 小型ビジネスジェット機胴体のスキン・ストリング接合に使用される例がある。

IV-35 1天文単位 (astronomical unit) の説明として最も適切なものは、次のうちどれか。

- ① 地球と月の平均距離
- ② 太陽の半径
- ③ 地球の太陽からの平均距離
- ④ 太陽中心から測った太陽系全体の半径
- ⑤ 銀河系恒星間の平均距離