

Ⅲ 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。)

Ⅲ－1 2022年の世界の石炭（褐炭を含む）の生産量、貿易量に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。ただし、記述内容は、令和5年度エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書2024）を基準とする。

- ① 世界の2000年の石炭生産は約86億tだったが、2022年の石炭生産は約46億tとなった。
- ② 2022年の石炭生産を国別に見ると、多い順に、中国、次いでインドであった。
- ③ 2022年の世界最大の石炭輸出国はインドネシアであった。
- ④ 2022年の世界最大の石炭輸入国は中国であった。
- ⑤ 2022年はロシアからの天然ガスの輸入が減少した影響等により、欧州の石炭輸入量は前年比で増加した。

Ⅲ－2 2022年度の我が国の石炭動向に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。ただし、記述内容は、令和5年度エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書2024）を基準とする。

- ① 2022年度は、一般炭の輸入が約1.1億t、原料炭の輸入が約0.6億tとなり、無煙炭をあわせた石炭輸入の合計は約1.8億tとなった。
- ② 一般炭の輸入先は、豪州が大きなシェアを占めており、次いで、インドネシアであった。
- ③ 原料炭の輸入先は、豪州が大きなシェアを占めており、次いでインドであった。
- ④ 2022年度における日本の石炭消費を用途別に見ると、電気業における消費が最も多く、次いで鉄鋼業における消費であった。
- ⑤ ロシアによるウクライナ侵略後の石炭価格の高騰等の影響により、2022年度の日本の総輸入金額に占める石炭輸入金額の割合は、約7%にまで急上昇した。

Ⅲ－３ 石炭の品位分析に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 工業分析は、石炭の品質表示として最も基本的に使われるものであり、石炭中の灰分・揮発分・固定炭素の合計３成分を百分率で表したものである。
- ② 元素分析は、炭素、水素、窒素、燃焼性硫黄、酸素、灰分を基に、無水無灰ベースと無水ベースの２通りの方法で表記される。
- ③ 発熱量は、石炭が完全燃焼した際に、発生する熱量をいい、通常、総発熱量（気乾ベース）で表記される。
- ④ 石炭の比重は、ほぼ1.35 [－] 前後で、炭化の進んだ無煙炭ほど大きくなり1.5 [－] にもなる。
- ⑤ 粘結性は、石炭を加熱したとき、軟化溶融し、流動・膨脹後に再び固化する性質をいう。

Ⅲ－４ 長壁式採炭法（ロングウォール）に関する以下の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 長壁式採炭法には、前進式と後退式の２つの方式がある。
- ② 払い跡（採掘跡）の天盤を自然に崩落させるので、深い炭層には適さない。
- ③ 機械化・省力化により、生産性が極めて高く、大規模採炭を低いコストで行うことができる。
- ④ 石炭鉱床のような大規模で厚さの限られた緩傾斜の層状・板状鉱床の採掘に適している。
- ⑤ 地表沈下などが心配されるときには、採掘のスピードを調節して地表沈下を制御するか、採掘跡を充填する。

Ⅲ－５ 柱房式採炭法（ルームアンドピラー）に関する以下の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 坑道掘進と炭柱曳きの２つの方法で採炭する。
- ② 多数の坑道を、まずはコンティニューアスマイナーで掘進し、炭層を基盤目状に分割して炭柱を造って行く。
- ③ 採掘条件の変化に対応しやすく、断層に囲まれた小区画、あるいは薄層から厚層まで対応できるが実収率は低い。
- ④ 運搬設備としては、通常はレールを敷設して炭車を用いる。
- ⑤ 坑道網が採掘区画の限界位置にまで達すると坑道掘進は終了し、続いて、コンティニューアスマイナーにより炭柱曳きによる採炭が行われる。

Ⅲ－６ 坑内掘炭鉱における保安技術に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 新区域への坑道掘進あるいは採炭に際し、高圧状態で炭層中に包蔵されているメタンガスが、突然炭壁や岩盤を突き破って猛烈な勢いで多量に噴出することがあり、この現象をガス突出という。
- ② 坑内における炭じん爆発の原因は、異常発破、ガス爆発あるいは高圧ケーブルからの電気スパークなどである。
- ③ 通風の方法には、坑内外の温度差を利用する自然通気法と、扇風機を用いる機械通気法とがあるが、通常は自然通気法が用いられている。
- ④ 坑道掘進が含水層、旧坑、断層に近接した場合、坑道の延長線上にボーリングを実施して事前に地質状況を把握するとともに、場合によっては排水を行うことを目的にボーリングが行われることがある。
- ⑤ 掘進切羽での落盤の原因は、(ア) 天盤・側壁の点検不足、(イ) 浮岩、亀裂の見落とし、(ウ) 支保の施工遅れ及び強度不足、(エ) 規格施枠の不履行等が考えられる。

Ⅲ－７ 火力発電所での石炭100万 t の燃焼に起因する二酸化炭素排出量 [万 t] として、最も近い値はどれか。ただし、使用する石炭はすべて完全燃焼し、その単位発熱量を 24.2 [GJ/t]、炭素排出係数（単位熱量当たりの炭素（C）排出量）を 0.0242 [tC/GJ] とする。また、二酸化炭素分子量と炭素原子量をそれぞれ44及び12とする。

- ① 16 ② 59 ③ 107 ④ 160 ⑤ 215

Ⅲ－８ 金属鉱床の採掘法であるブロックケービング法の特徴の説明として、最も不適切なものはどれか。

- ① 採鉱に柔軟性があり、しかも選択採掘ができるので、形状や品位分布が複雑な鉱体に適している。
- ② 鉱石は比較的長期にわたって坑内に貯められるので、酸化し易く選鉱成績を悪くする恐れのある鉱石は適していない。
- ③ 出鉱開始までの準備（運搬レベル・抽出レベルの開さくやアンダーカット）に時間と経費がかかる。
- ④ 生産を集約して行うことができるので、管理がしやすく、採鉱能率も高い。また、作業の標準化・組織化がし易く、災害発生率は比較的低い。通気設計も容易である。
- ⑤ 低コスト・大規模生産が可能であるので、大規模な低品位鉱床の採掘に適している。しかし、地表陥没が許されない場合には採用することができない。

Ⅲ－９ 岩盤斜面の安定性に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

岩盤斜面の安定性では、斜面と不連続面の方向の幾何学的関係が重要である。斜面の傾斜が不連続面の傾斜と同じ方向の場合を a ，逆方向の場合を b と呼ぶ。 a では、 c が起こりやすく、 b では、斜面と不連続面が急傾斜の場合には d が起こりやすい。

	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>c</u>	<u>d</u>
①	受け盤	流れ盤	トップリング崩壊	平面すべり崩壊
②	受け盤	流れ盤	平面すべり崩壊	トップリング崩壊
③	流れ盤	受け盤	トップリング崩壊	ブロック崩壊
④	流れ盤	受け盤	平面すべり崩壊	トップリング崩壊
⑤	流れ盤	受け盤	ブロック崩壊	平面すべり崩壊

Ⅲ－10 機械設備の安全管理に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 安全装置、保護具その他の危険防止施設の定期的点検及び整備は生産現場の安全管理に含まれる。
- ② 安全情報に基づき、機械可動部の動作を許可したり禁止したりする仕組みをインターロックという。
- ③ 急停止機構等の作動によって機械が停止したときや、停電後に機械への通電が復帰したときに、作業者が再起動操作を行わなければ、機械を再び起動出来ないようにする回路を再起動防止回路という。
- ④ 機械の自動運転は安全確認のインターロックが機能している場合のみ可能とし、安全が確認できない場合はすみやかに自動運転を停止することにより、人に安全確認を委ねることを最少にする。
- ⑤ 機械や生産システムに関して、故障やトラブルの発生頻度を下げ信頼性を向上させることで安全性の確保を図ることをフェールセーフという。

Ⅲ－11 プロジェクトの経済評価に用いられるIRR (Internal Rate of Return) に関する説明として最も適切なものはどれか。

- ① プロジェクトの全体の収支スケジュールを、それと同等の絶対価値を持つ現時点の現金に置き換えたものである。
- ② プロジェクトの収益度を最大化する操業規模のことである。
- ③ プロジェクトの収益が変動した場合に備えて必要収益率にあらかじめ持たせておく余裕のことである。
- ④ プロジェクトが投資案件として最低持っていなければならない必要収益率である。
- ⑤ プロジェクトへの投資が生む利益を預金利率の形で表したものであり、そのプロジェクトのNPV (Net Present Value) をゼロにするような利率のことである。

Ⅲ－12 ある露天採掘場では、降雨時の排水を1箇所の沈殿池に導水して処理している。この採掘場は、集水面積10 [ha] (ヘクタール)、流出係数は0.75 [-] である。汚濁による増量を考慮しないものとし、この採掘場に流達時間内の平均降雨強度25 [mm/h] の降雨があった場合、沈殿池への降雨による流入水量 [m³/s] に最も近い値は次のどれか。

- ① 0.19 ② 0.33 ③ 0.52 ④ 0.69 ⑤ 0.93

Ⅲ－13 金属鉱床を説明した次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 縞状鉄鉱床は、チャート起原の珪質物と含鉄鉱物からなる縞の互層からなる。
- ② 斑岩銅鉱床は、斑岩に伴う小規模・高品位な脈状銅鉱床で、花崗閃緑斑岩などの岩株状浅所貫入岩体に関係する熱水鉱床である。
- ③ スカルン鉱床は、炭酸塩岩が熱水による交代作用を受けて形成される塊状熱水鉱床である。
- ④ 黒鉱型鉱床は、火山性塊状硫化物鉱床のうち、珪長質海底火山活動に伴う鉱床である。東北日本内帯の秋田県北部に特に密集する。
- ⑤ 残留鉱床は、地表又はその近くの岩石・鉱床が風化作用を受けて、新しく生成した難溶性有用鉱物が残留濃集してできた鉱床である。

Ⅲ－14 海底鉱物資源に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① コバルトリッチクラストは、北西太平洋域の海底に点在する海山の水深約1,000～2,500mの山頂部から斜面にかけての岩石を厚さ5～20cm位のアスファルトで覆ったような形態で分布している。
- ② 海底熱水鉱床は、地下深部に浸透した海水がマグマ等により熱せられ、地殻から有用元素を抽出した「熱水」が海底に噴出し、周辺の海水によって冷却される過程で、銅、鉛、亜鉛、金、銀等の各種金属が沈殿してできたものである。
- ③ マンガン団塊は、直径が2～10cm程度の球形をし、米国ハワイ沖やインド洋などの水深4,000～6,000mの海洋底の堆積物上に半埋没する形で分布している。
- ④ 日本は2017年、ハワイ沖の水深5,000mの海底で、掘削・集積した海底熱水鉱床の鉱石を水中ポンプ及び揚鉱管を用いて海水とともに連続的に洋上に揚げる世界初の「採鉱・揚鉱パイロット試験」を実施し成功した。
- ⑤ 近年、南鳥島周辺の排他的経済水域内にある水深4,000～6,000mの泥質堆積物に、数千ppm以上のレアアースが含まれることが注目され、新たな資源としての可能性が指摘されている。

Ⅲ－15 次の鉱物の中で、化学組成に鉛を含む鉱物はどれか。

- ① 黄銅鉱 ② 輝蒼鉛鉱 ③ 方鉛鉱 ④ 輝水鉛鉱 ⑤ 輝安鉱

Ⅲ－16 次の粉碎機の中で、粗砕機に分類されるものはどれか。

- ① ジャイレトリークラッシャー
- ② ジェットミル
- ③ ロッドミル
- ④ 石臼
- ⑤ 振動ミル

Ⅲ－17 ある分離装置において、フィード、濃縮物、残渣の量を F 、 C 、 T とし、着目成分の各産物中（フィード、濃縮物、残渣）での品位（重量割合）を f 、 c 、 t とすると次の2式が成り立つ。

$$F = C + T \qquad Ff = Cc + Tt$$

また、濃縮物の歩留まりは濃縮物とフィードの量比、着目成分回収率は濃縮物中の着目成分量とフィード中の着目成分量の比で表される。次のうち、着目成分回収率として、最も適切なものはどれか。

- ① $\frac{f-t}{c-t}$
- ② $\frac{C}{F}$
- ③ $\frac{C(1-c)}{F(1-f)}$
- ④ $\frac{c(f-t)}{f(c-t)}$
- ⑤ $\frac{(1-c)(f-t)}{(1-f)(C-t)}$

Ⅲ－18 選別方法及び分級に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 薄流選別は、水平あるいは傾斜した板上を薄く流れる液体中に粒子を供給し、移動速度が比重により異なることを利用して選別する。
- ② 風力分級は、水平、垂直あるいは斜め方向に流れる気体の中で粒子を重力沈降させ、沈降速度又は落下位置の違いによって分級する。
- ③ 静電選別は、物質の導電率の差を利用して選別する。
- ④ 渦電流選別は、物質の電気伝導性の差を利用して選別する。
- ⑤ 重液選別は、水中での粒子の沈降速度の差を利用して選別し、ジグ選別では溶液の比重より小さな比重のものは浮上し、大きな比重のものは沈降することを利用して選別する。

Ⅲ－19 分級に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 粉体粒子を化学成分，粒子径，形状，色，密度差及び磁性などによって分類することを，分級という。
- ② 粒度分級用の装置は，流体力を用いるものとふるいによるものに大別される。
- ③ 流体分級は流体中に分散された粒子に，方向の異なる力を作用させ，粒子と流体の慣性力の差を利用して粗粉と微粉に分類する操作をいう。
- ④ 一般には乾式分級は工業的にふるい分けが適さない範囲の粉体の粒度分級に利用され，分級径としては約 $1 \sim 200 \mu\text{m}$ 程度である。
- ⑤ 湿式分級は，液体中で微粒子が凝集しやすいため，高精度な分級には不向きである。

Ⅲ－20 浮選に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 浮選は固体粒子の比重の差を利用した選別法であり，軽い粒子を浮上させて分離する。
- ② ザンセートとエロフロートは，硫化鉱物に対する主要な捕収剤である。
- ③ 捕収剤は，粒子表面をより親水性にするために加える薬剤である。
- ④ 微細な固体粒子を懸濁した水溶液に気泡を導入すると，親水性の表面を有する粒子だけが選択的に気泡表面に付着する。
- ⑤ 抑制剤は，捕収剤の吸着を妨げるために添加する薬剤であり，代表的なものにパイン油，メチルイソブチルカービノール（MIBC）がある。

Ⅲ－21 電磁氣的性質を利用した分離に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 異種物質との接触，静電誘導，イオンや電子の衝突などを利用して帯電する現象を利用した分離法が静電分離である。
- ② 物質は，強磁性体，常磁性体，反磁性体に分類され，これらの磁気特性の違いを利用して物質を分離する操作を磁気分離という。
- ③ 磁束勾配のあるところに粒子を置くと，磁束密度の低い方向に移動していく。磁束勾配を大きくしてやると，磁化率の低い粒子でも磁気分離が可能となる。
- ④ 磁気分離は，磁界で引き寄せられる磁性を有する粒子とそれ以外の粒子とに分離する方法である。
- ⑤ 静電分離器は，粒子の電気伝導度の差や電荷の符号の違い，帯電の難易などを利用している。

Ⅲ－22 2023年の我が国におけるプラスチックの利用とリサイクルに関連する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。ただし、記述内容は、一般社団法人プラスチック循環利用協会「プラスチック製品の生産・廃棄・再資源化・処理処分の状況」を基準とする。

- ① 廃プラスチックの有効利用によるCO₂削減貢献量は、マテリアルリサイクルにおいても全処理・処分方法の合計においても、一般系廃棄物より産業系廃棄物の方が大きい。
- ② 2023年における廃プラスチックとして捕捉されている総量769万tのうち、一般系廃棄物と産業系廃棄物を比べると、ほぼ等量である。
- ③ 廃プラスチックのマテリアルリサイクルの量は、2000年から2010年にかけて1.5倍以上に大きく増加しているが、2010年から2023年にかけては減少傾向にある。
- ④ 我が国の2023年における国内樹脂製品消費量は、1980年と比べほぼ等量である。
- ⑤ リサイクルの手法を、マテリアルリサイクル、ケミカルリサイクル、サーマルリサイクルの3種類に分類する場合、2023年に最も多く行われた手法はサーマルリサイクルである。

Ⅲ－23 最近の我が国のセメント及び同産業における廃棄物・副産物処理に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。ただし、記述内容は、一般社団法人セメント協会のホームページを基準とする。

- ① セメントの中間製品であるクリンカは、1,450℃もの高温で焼成して製造するため各原料は焼成過程で分解される。よって、クリンカの主成分である酸化カルシウム、二酸化けい素、酸化アルミニウム、酸化鉄を含む石炭灰、焼却灰、下水汚泥といった廃棄物は、天然原料の代替として使用可能である。
- ② セメント系固化材とは、セメントを母材として各種の有効成分を添加したものであり、特殊土用は六価クロム溶出抑制にも適用可能である。
- ③ セメント産業における廃棄物・副産物の使用量原単位（セメント1t製造するのに使用した量）は、2010年度以降は460kg以上となっている。
- ④ エコセメントは、廃棄物問題の解決を目指して開発されたが、都市ごみ焼却灰や下水汚泥を主原料とし、ポルトランドセメントより多めに塩素が含まれることが原因で実用化に至っていない。
- ⑤ セメント産業における廃棄物・副産物の使用量は、2018年度に2,850万tを超えて以降やや減少傾向にあり、2020年度の同使用量は約2,600万tであったが、高炉スラグと石炭灰合計で5割以上を占める。

Ⅲ－24 休廃止鉱山から発生する坑廃水に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 鉱山を開発することによって、地下に眠っていた硫化鉱物を取り出され、大気や水に曝されることで、酸化が促進され、酸性の強い鉱山排水、いわゆる酸性坑廃水が生成される。また、坑廃水中には重金属が含まれていることもある。
- ② 坑廃水は、採掘跡地だけではなく、鉱物を取り出すための選鉱過程で生じる尾鉱（ズリ）が集積されたズリの堆積場からも発生することがある。
- ③ 坑廃水が鉱山周辺の河川へ流入しても、河川の色が変化しないため、汚染されていることに気づかずに、汚染が拡大する場合が多い。
- ④ 酸性坑廃水が未処理のまま放出されると、人の健康を脅かすとともに、下流で行われている漁業や農業、鉱業に対して悪影響を及ぼす。
- ⑤ 坑廃水中にはバクテリア、菌類等の微生物が存在し、坑廃水中に含まれる金属等の可溶化や固定化に対して、重要な役割をなしているといえる。

Ⅲ－25 鉱山から発生する排水（坑廃水）の対策に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 坑廃水の対策を含む鉱害防止対策は、鉱山を経営していた企業だけでなく、地方自治体が実施する場合もある。
- ② 坑廃水を処理する場合、中和剤として水酸化ナトリウム（カセイソーダ）、炭酸ナトリウム（ソーダ灰）、水酸化カルシウム（消石灰）、炭酸カルシウム（石灰石）、二酸化炭素（炭酸）が用いられる。
- ③ 酸性坑廃水を中和処理すると、水分含有量の多いスラッジが発生するが、このスラッジの一部を中和反応槽へ返送する「殿物繰り返し中和法」と呼ばれる坑廃水処理法が存在する。
- ④ 自然浄化を活用するパッシブトリートメントは、一般的な処理方法に比べて「コスト削減」、「環境負荷の低減」について利点がある。
- ⑤ パッシブトリートメントは、薬剤やエネルギーを積極的に利用するアクティブトリートメントよりも、坑廃水の水質や水量の変化に対処しにくい。

Ⅲ－26 日本における放射性廃棄物の処分方法等に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。ただし、記述内容は、経済産業省資源エネルギー庁ホームページを基準とする。

- ① 日本では、原子力発電の運転に伴って発生する使用済燃料を再処理し、取り出したウランやプルトニウムを再利用しつつ、廃棄物の量を抑える「核燃料サイクル」を推進している。
- ② 高レベル放射性廃棄物とは、使用済燃料の再処理の際に生じる放射能レベルの高い廃液を高温のセメントと溶かし併せて固体化したもののことをいう。
- ③ 高レベル放射性廃棄物は、将来の人間の管理に委ねずに済むように、地下深くの安定した岩盤に閉じ込める、いわゆる「地層処分」により処分することとしている。
- ④ 低レベル放射性廃棄物とは、高レベル放射性廃棄物以外の放射性廃棄物のことをいう。例えば、発電所廃棄物やウラン廃棄物である。
- ⑤ 低レベル放射性廃棄物の処分方法の1つにトレンチ処分がある。これは、コンクリートピットなどの人口構造物を設置せず、浅地中に埋設処分する方法であり、50年程度の管理期間を経た後は、一般的な土地利用が可能となる。

Ⅲ－27 「令和6年版 環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書」全体版第1部総合的な施策に関する報告及び第2部各分野の施策等に関する報告に基づく次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 「ネイチャーポジティブ：自然再興」とは、自然を回復軌道に乗せるために、生物多様性の損失を止め、反転させることであり、自然保護だけを行うものではなく、社会・経済全体を生物多様性の保全に貢献するよう変革させていく考え方である。
- ② マイクロプラスチック（一般的に5mm未満とされる微細なプラスチック）による海洋生態系への影響が懸念されており、世界的な課題となっている。
- ③ 2020年度に小型家電リサイクル法の下で処理された使用済小型電子機器等は、約10万2,000 tで、再資源化された主な金属はアルミニウム、金、銀、鉄、銅であり、この中で再資源化重量が最も少なかった金属は銀であった。
- ④ 持続可能な形で資源を効率的・循環的に有効利用する循環経済（サーキュラーエコノミー）への移行を推進するためには、環境配慮設計や修理等により、製品等の長寿命化、再利用、リサイクル等を促進し、天然資源利用や廃棄物を減少させる必要がある。
- ⑤ 日本では、途上国等に対して優れた脱炭素技術やインフラ等を導入することにより、排出削減に貢献する「二国間クレジット制度」を展開している。

Ⅲ－28 我が国の循環型社会の形成に向けた現状に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。ただし、「令和6年版 環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書」を基準とする。

- ① 2022年度末時点で、一般廃棄物最終処分場の残余容量は約96,600千 m^3 であり、2021年度から減少した。また、残余年数は全国平均で23.4年である。
- ② 2021年度の産業廃棄物の排出量を業種別に見ると、排出量が多い3業種は、電気・ガス・熱供給・水道業、農業・林業、鉱業となっている。この上位3業種で総排出量の約7割を占めている。
- ③ 物質フローの「出口」の指標である循環利用率は、2025年度において47%とすることを目標としている（2000年度の約36%からおおむね2割向上）。
- ④ 物質フローの「入口」の指標である資源生産性（= $\text{GDP} / \text{天然資源等投入量}$ ）は、2025年度において49万円／tとすることを目標としている（2000年度の約25.3万円／tからおおむね2倍）。
- ⑤ 2021年度の廃棄物由来の温室効果ガスの排出量は、約3,700万t CO_2 （2000年度約4,750万t CO_2 ）であり、2000年度の排出量と比較すると、約22%減少している。

Ⅲ－29 水の浸入の無い枯渇型ガス層からのガスの生産履歴データが次の表のように与えられているとき、原始埋蔵量 [m^3] に最も近い値はどれか。ただし、 G_p を累計生産量、 p を貯留層圧力、 z をガスの圧縮係数、 G を原始埋蔵量、 p_i を初期の貯留層圧力、 z_i を初期の圧縮係数としたとき、物質収支は $(p/z) = (1 - G_p/G)(p_i/z_i)$ で表されたとする。

累計生産量 (m^3)	貯留層圧力 (MPa)	ガスの圧縮係数
0	28.0	0.80
20×10^6	24.0	0.75
40×10^6	20.3	0.70

- ① 145×10^6
- ② 182×10^6
- ③ 187×10^6
- ④ 193×10^6
- ⑤ 233×10^6

Ⅲ－30 油田の可採年数について、最も不適切なものはどれか。ただし、記述内容は、独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構、日本エネルギー経済研究所ホームページを基準とする。

- ① 可採年数とは、ある年の年間生産量を、その年の年末の埋蔵量で除した数値である。
- ② 可採年数に使われる埋蔵量は、一般に確認（可採）埋蔵量である。
- ③ 埋蔵量や生産量は年々変化するので、可採年数がそのまま油田の寿命を示すとは一概にいけない。
- ④ 2023年末における世界の石油の可採年数は50年であった。
- ⑤ 可採年数が大きい油田は増産余力があり、小さい場合は増産できず、むしろ生産は減退するとみることができる。

Ⅲ－31 反射法地震探査データの取得・処理・解釈について、最も不適切なものはどれか。

- ① 表面波は、反射波の検出を阻害するため、表面波を除去するための各種の工夫がなされている一方で、表面波の分散性を利用して表面付近の速度構造を把握する技術も利用されている。
- ② 深度変換とは、地震探査データ上で解釈された時間構造図に、対象層までの速度構造を乗じて深度構造図を得る一連の作業を指す。
- ③ デジタル式着底ケーブル（Ocean Bottom Cable）は深海域における反射法地震探査において中心的な役割を持つが、ストリーマケーブルとは異なり、データ取得配置の自由度が低いという欠点がある。
- ④ 地質構造評価とは、石油システムの各要素と各過程の時空間的關係を理解するうえで不可欠な地質構造の幾何学的な評価であり、地質モデルの枠組を構築する作業である。
- ⑤ 1970年初頭に三次元地震探査が登場し、1980年代に三次元マイグレーション処理が実用化されたことで地下構造推定の精度は飛躍的に改善された。

Ⅲ－32 順掘時（正常時）のロータリー掘削において、掘進率を向上させるためのビット荷重、ビット回転速度、泥水比重、泥水粘度の調整の組合せとして、最も適切なものはどれか。

	<u>ビット荷重</u>	<u>ビット回転速度</u>	<u>泥水比重</u>	<u>泥水粘度</u>
①	大	高	高	高
②	小	低	高	低
③	大	低	高	低
④	小	高	低	高
⑤	大	高	低	低

Ⅲ－33 石油・天然ガス開発における坑井調査に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 蛍光反応調査において、貯留層内に存在する地層流体の種類を推定することは一般に難しい。
- ② 一般に掘削時の「徴候」とは、マッドガスの上昇やカッティングスに付着している油徴を指す。
- ③ 掘進中に掘進率が急によくなる現象のことをドリリングブレイクといい、良質な貯留層に掘り込んだ指標の1つとされる。
- ④ カッティングスから油臭がすることもあるので、カッティングスを割り油臭の有無を確認することも必要である。
- ⑤ 掘削時に油ガス徴が認められ良好な貯留層と判断した場合には、岩相調査・貯留岩性評価のために必要に応じてコア掘りが実施される。

Ⅲ－34 油層内において油を坑井に向かって持続的に流動させる排油機構は、その原動力となる排油エネルギーの種類とその作用の仕方によって、幾つかの型に分類される。このうち、溶解ガス押し型の排油機構の説明として、最も適切なものはどれか。ただし、記述内容は、独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構、日本エネルギー経済研究所ホームページを基準とする。

- ① 油層上部にガスが油と接してガス・キャップとして存在しており、その膨張エネルギーにより排油が行われる。
- ② 油層圧の低下につれて油から分離したガスが、垂直方向の浸透率が大い、油層の傾斜角度が大いなどの条件によって、ガス・油の比重差によって油層上部に上昇・集積し、油は逆に油層下部に下降し、二次的にできたガス・キャップ・ガスの膨張エネルギーにより下部の油を効果的に押し出す。
- ③ 油層圧の低下に伴い、油層下部又は周縁部に存在する水層から水が油層内に浸入することにより排油が行われる。
- ④ 油層圧が油の飽和圧力以下に低下したとき、油に溶解していたガスが遊離し、この膨張エネルギーにより排泄が行われる。
- ⑤ 油層圧が油の飽和圧力に達するまでの油自体の膨張エネルギーにより排油が行われる。

Ⅲ－35 人工採油法の1つであるガス・リフトに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。ただし、記述内容は、独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構、日本エネルギー経済研究所ホームページを基準とする。

- ① 高圧ガスがある深度において坑井内に放出し、坑内液体の見掛けの比重を軽くし、かつガスの膨張上昇エネルギーによって液体を地上にくみ上げる採油法である。
- ② ガスを連続的に圧入する連続ガス・リフトは、ある程度管内の液面が上昇した時点で圧入する間欠ガス・リフトと比較して産出指数が大きく、比較的大きな油層圧力を持つ坑井で使用される。
- ③ ガスをアニュラス部（チュービングとケーシングの間）から注入し、チュービングからくみ上げる方法が最も一般的に用いられる。
- ④ ポンプ採油法に比べ、坑井傾斜、砂の産出などに対する制約が多い。
- ⑤ コンプレッサーやガス圧入ラインなどの初期投資が大きくなる。