

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 2019年の世界の石炭（褐炭を含む）の埋蔵量，生産量，消費量，貿易に関する次の記述のうち，最も適切なものはどれか。ただし，エネルギー白書2021，経済産業省を基準とする。

- ① 石炭の可採埋蔵量は10,696億tで，国別には中国（23.3%），ロシア（15.2%）で多く埋蔵されている。
- ② 2019年の石炭生産量を国別シェアで見ると，米国とインドの2か国で世界の生産量の半数以上となる56.3%を占めた。
- ③ 2019年の石炭消費の国別シェアを見ると，中国の消費量は38億1,879万tと，中国だけで世界合計の半分を消費している。
- ④ 2019年の世界の石炭輸出量は14億3,612万tと推計され，豪州が世界最大の輸出量となっている。
- ⑤ 2019年の世界の石炭輸入量は14億2,364万tと推計され，我が国の輸入量が世界最大と推計されている。

Ⅲ－2 2019年度の我が国の石炭動向に関する次の記述のうち，最も適切なものはどれか。ただし，エネルギー白書2021，経済産業省を基準とする。

- ① 1990年度から国内一般炭の生産がなくなり，国内原料炭の生産量は減少で推移した。
- ② 一般炭の輸入先はインドネシアが68.0%を占めており，次いで豪州（12.4%）からの輸入がこれに続いた。
- ③ 我が国の2019年度の主な業種における石炭消費は，鉄鋼業が最も多く，次いで電気業となっている。
- ④ 我が国の輸入石炭価格は，1990年以降，原料炭3,500～8,000円/tの価格帯で，一般炭は4,000～10,000円/tの価格帯で推移してきた。
- ⑤ 国内炭は1980年代後半から輸入炭との価格差が拡大し，競争力を失って生産量が減少した。

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、石炭中の水分・灰分・揮発分・固定炭素の合計４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、総発熱量で表記される。
- ④ 石炭の比重は、ほぼ2.5前後で、炭化の進んだ無煙炭ほど小さくなり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 柱房式採炭（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 一般的に、コンティニューアスマイナーと運搬設備を用いて、炭層を碁盤目状に掘削し、1区画の採炭が終了すると、残炭柱を奥部から回収してくる。
- 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ため実収率が高い。
- ④ 運搬設備としては、通常はシャトルカーやコンベアを組合せて用いる。
- 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－５ 石炭の露天採掘に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ストリップマイニングは、炭層が急傾斜である場合や、複数の炭層が採掘可能な累層の場合に採用される。
- ② 剝土作業はドラッグラインあるいはパワーショベルで実施するが、剝土層の岩石が堅い場合は穿孔発破を行う。
- ③ 露天採掘の特徴は実収率が高く、操業能率が高いことであるが、炭層の深度や地形、気候に影響されやすい。
- ④ 表層土は、採掘終了後の復旧や緑化工事に用いるため、石炭採掘前に除去し、集積場に堆積する。
- ⑤ 露出した石炭は、電動（油圧）ショベルやフロントエンドローダで採掘され、トラック、ベルトコンベヤ又は列車で運搬される。

Ⅲ－６ CBM (Coal Bed Methane) とECBM (Enhanced Coal Bed Methane) に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ECBMでは、CBMを増産させるために注入坑井を掘削し、注入坑井から炭層へ増進剤となる窒素や二酸化炭素を圧入する。
- ② CBMは石炭層内に2つの方法で存在する。石炭のクリート内に存在する自由ガスと、石炭のマトリックス内部表面上に吸着層として存在するガスがある。
- ③ 石炭層に吸着するガス量は温度が高いほど低下し、ガス分子量が大きく、沸点が高く、臨界温度が高い物質（ガス）ほど吸着しやすい。
- ④ CBMの生産にはマトリックス内の水を排水し、圧力を低下させてクリートに吸着しているガスをマトリックス内に移動させる必要がある。
- ⑤ クリートの圧力を高い状態で維持できるECBMはCBMよりも生産性が高くなり、同様に回収率も高くなる。

Ⅲ－7 火力発電所での石炭150万 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、使用する石炭は全て完全燃焼し、その単位発熱量を25.7 [GJ/t]、排出係数(単位熱量当たりの炭素(C)排出量)を0.0247 [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。

- ① 349
- ② 260
- ③ 175
- ④ 95
- ⑤ 26

Ⅲ－8 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、チャート起源の珪質物と含鉄鉱物からなる縞の互層からなる。
- ② 風化残留鉱床は、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。
- ③ 斑岩銅鉱床は、斑岩に伴う大規模・低品位な鉱染状銅鉱床で、花崗閃緑斑岩などの岩株状浅所貫入岩体に関する熱水鉱床である。
- ④ 黒鉱鉱床は、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。
- ⑤ 海底熱水鉱床は、海底火山活動に伴って湧出する熱水から沈殿した鉱床である。

Ⅲ－9 次の元素とその主要な資源鉱物の組合せのうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 銅：孔雀石
- ② バリウム：重晶石
- ③ チタン：イルメナイト
- ④ タングステン：灰重石
- ⑤ クロム：輝水鉛鉱

Ⅲ－10 坑内採掘を行っている金属鉱山における次に示す採掘法のうち、採掘期間中、切羽の天盤又は上盤・下盤を人工的に支持する採掘法として、最も適切なものはどれか。

- ① ブロックケービング法
- ② 中段採掘法
- ③ 充てん採掘法
- ④ 残柱式採掘法
- ⑤ シュリンケージ法

Ⅲ－11 露天掘鉱山における崩壊防止のための対策工に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 斜面崩壊を直接的に抑止するための抑止工として、ロックボルト、ロックアンカーやグラウチングなどがある。
- ② 岩盤斜面の安定性については、斜面と不連続面の方向の幾何学的関係が重要で、斜面の傾斜が不連続面の傾斜と同じ方向の場合を受け盤、逆方向の場合を流れ盤と呼ぶ。
- ③ 崩壊防止の対策として、斜面の形状や方向を設計当初の値から変更又は修正する方法がある。
- ④ すべり崩壊の危険性を減ずるために、過剰な上載荷重を除去するために上載部をカットする方法がある。
- ⑤ 地下水位以下で採掘が行われる場合、定常的な排水を行うために排水トンネルを設ける場合もある。

Ⅲ－12 火薬類に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 火薬類とは、利用価値がある爆発物であって、火薬と爆薬に分けることができる。
- ② 火薬類は、化合火薬類（爆発性化合物）と混合火薬類（爆発性混合物）とに分けることができる。
- ③ ある種の爆薬は、圧縮すると爆轟しなくなるという特性を持っている。これを「死圧」という。
- ④ 火薬とは、高温・高圧の化学反応面が伝播する速度が、その爆発内の音速よりも速いものである。
- ⑤ 硝安油剤爆薬（ANFO爆薬）の欠点として、1）爆力が弱い、2）耐水性がない、3）後ガスが悪い、の3点が挙げられる。

Ⅲ－13 岩盤応力及び岩盤応力測定法に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 初期応力は、岩盤構造物を設計する際に考慮すべき重要なパラメーターの1つである。
- ② ある初期応力状態でトンネルなどの岩盤構造物を施工すると、初期応力に応じて岩盤に変形や破壊が発生し、新たな応力状態となって不安定となる。
- ③ 水圧破碎法は、地上からの鉛直ボーリング孔を利用して、地下深部における岩盤応力を測定するのに用いることが多い。
- ④ 応力解放法は、1回の測定で三次元の岩盤応力を決定することが可能である。
- ⑤ 初期応力は、地盤の表面形状（地形）、岩盤の非均質性や不連続性、地殻造構運動などの影響を受けている。

Ⅲ－14 地熱発電に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 地熱発電は、季節や天候に影響されることなく、年間を通じて安定的に発電できるため、ベースロード電源として位置付けられる。
- ② 蒸気発電は、地熱貯留層から取り出した蒸気を直接タービンに送って発電する方法である。
- ③ バイナリー発電は、生産井からの蒸気や熱水で水より沸点の低い媒体を沸騰させ、タービンに送り発電する方法である。
- ④ 地熱発電は、自然が生み出す蒸気を使って発電するため、二酸化炭素の排出量は火力発電より大幅に少ない。
- ⑤ 日本国内（2019年）の地熱発電所の発電設備容量を合計すると、100万kWを超えている。

Ⅲ－15 ある鉱山の選鉱工場では、石英と黄銅鉱からなる原鉱（銅品位2.0%）を1日に1,000t選鉱し、銅品位25.0%の精鉱60tと銅品位0.5%の尾鉱940tを得ている。この選鉱工場の銅回収率〔－〕に最も近い値はどれか。

- ① 0.06
- ② 0.15
- ③ 0.24
- ④ 0.75
- ⑤ 0.94

Ⅲ－16 粉碎操作において、鉱物粒子を細かくできる条件として、最も不適切なものはどれか。

- ① 粒子に対し応力が作用し、その頻度が高いこと。
- ② 作用する応力の強さが粒子・凝集体の粉碎・解砕の強度を超えること。
- ③ 粒子の硬度が不均一であること。
- ④ 粉碎・解砕によって生じた粒子が再凝集することなく、安定に存在すること。
- ⑤ ミル内では粉碎効果が維持され、スラリー粘度がほどよく制御されていること。

Ⅲ－17 次の鉱物のうち、理想化学組成式が Cu_5FeS_4 で表されるものはどれか。

- ① 黄銅鉱
- ② 赤銅鉱
- ③ 輝銅鉱
- ④ 斑銅鉱
- ⑤ コベリン

Ⅲ－18 以下の化合物のうち、浮遊選鉱における捕収剤として不適切なものはどれか。

- ① アルキルジチオ炭酸カリウム
- ② ケイ酸ナトリウム
- ③ エロフロート
- ④ 脂肪酸塩
- ⑤ アルキルアミン塩酸塩

Ⅲ－19 選別方法に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 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。
- ② 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。
- ③ 渦電流選別は、物質のバルク物性としての電気伝導性の差を利用して選別する。
- ④ 静電選別は、物質表面の電気伝導性の差を利用して選別する。
- ⑤ 風力選別は、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選別する。

Ⅲ－20 粉砕に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 固体を粉砕すると産物は粒度分布を持つので、希望のサイズの粉を得るには分級が必要である。
- ② 粗砕機として用いられているジョークラッシャ (Jaw Crusher) は、おおよその目安として1.5～1m級の塊を10cm以下に破砕する。
- ③ 粉砕では新しい表面積が生成し、表面エネルギーが増大する。そのために必要な仕事を粉砕仕事量あるいは粉砕エネルギーという。
- ④ 固体状態でその構成成分を相互分離しようとする場合、粉砕の主たる目的は、粒子を微細化させることである。
- ⑤ セミ・オートジナスグラインディングミル (Semi-Autogenous Grinding Mill) は、少量の粉砕媒体を用い、大塊原料 (砕料) どうしの衝突や摩耗により粉砕が行われる。

Ⅲ－21 浮遊選別に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① ぬれ性の定量的な指標としては、界面張力が知られている。
- ② 浮遊選別は、親水性粒子を気泡に付着させて気泡とともにオーバーフローさせ、疎水性粒子をパルプ中に残存させて分離する。
- ③ 捕収剤は、疎水基と親水基を有する一種の界面活性剤であり、気泡表面に吸着して気泡を疎水性にする。
- ④ 分散剤は、浮遊選別セル内に適度に安定な泡沫層を形成する。
- ⑤ 活性剤は、抑制剤により浮遊抑制された鉱物の浮遊を復活させる目的で用いる場合もある。

Ⅲ－22 休廃止鉱山の鉱害防止事業に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① かつて金や銀、銅などを含む鉱石を採掘し、その採掘活動に伴い現在も有害な金属を含有する坑廃水が発生している休廃止鉱山が、約80か所存在する。
- ② 日本の休廃止鉱山は、過去に鉱山を経営していた企業が引き続き現在も管理することにより鉱害防止対策が行われている「義務者存在鉱山」と、経営していた企業が既に消滅して管理業者がない「義務者不存在鉱山」とに分けられる。
- ③ 鉱害防止事業は、「義務者不存在鉱山」に対して、地方自治体による費用の全額負担のもと、地方自治体が主体となって鉱害防止を実施するものである。
- ④ 鉱害防止事業の具体的な対策としては、坑廃水の湧出を抑制する「発生源対策」と湧出する坑廃水を浄化する「坑廃水処理対策」が中心である。
- ⑤ 多くの坑廃水は排水基準を満たしておらず、その処理を将来ともに続けなければならないという大きな財政負担を負っているため、今後、これらの費用をいかに削減するかが大きな課題である。

Ⅲ－23 鉱山から発生する重金属を含む坑廃水の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。

- ① 一般的な坑廃水処理は、処理原水を集水し、薬剤を添加して中和し溶存金属を溶出させ、固液分離後に清澄水を放流するものである。
- ② 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」、「導入のしやすさ」、「将来的な坑廃水処理の負荷削減」について利点がある。
- ③ パッシブトリートメントには、様々なタイプが考案されており、それぞれについて多様なプロセスが存在する。
- ④ 人工湿地型は、ヨシやガマが繁茂するような自然の湿地を模した人工湿地を造成し、pHを調整したり金属を除去したりするものであり、比較的単純な水質について適している。
- ⑤ 微生物活用型は、鉄酸化細菌や硫酸還元菌、マンガン酸化菌などを活用するプロセスで、処理が可能である金属種はやや限定されるが、長期安定的に金属除去が期待できる。

Ⅲ－24 原子力発電用燃料であるウラン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 ウランは、天然に存在する元素の中で最も軽い元素で、岩石（特に花崗岩）1 tの中には数 g、海水1 tの中には2 mg含まれている。
- ② ある程度以上重い原子は、不安定であり、安定した状態になろうとして、放射線を出してこわれていく性質があり、この性質を利用してウランを燃やす。
- ③ ウランは、陽子と中性子の和によってウラン-234、ウラン-235、ウラン-238と呼ばれるものがあり、このうち燃える（核分裂する）のはウラン-235だけで、天然には0.7%しか含まれていない。
- ④ ウランを燃やして大量のエネルギーを発生させることを核分裂といい、その際、中性子線という放射線が発生する。
- ⑤ 放射線は、地球ができたときから自然界に存在しており、宇宙からの放射線、大地からの放射線、食物などからの放射線の3つに分類できる。

Ⅲ－25 自然由来の重金属等を含むトンネル発生土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、独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構のホームページを基準とする。

- ① 土壤汚染対策法に規定されている土壤溶出量基準または土壤含有量基準を超える自然由来の重金属等を含むトンネル発生土を「対策土」、それ以外を「無対策土」と呼んでいる。
- ② 土壤溶出量基準は、70年間、1日2Lの地下水を飲用することを想定し、一生涯にわたりその地下水を飲んでも、健康に対する有害な影響がない濃度として基準値を設定している。
- ③ 自然由来重金属等とは、自然界に存在するカドミウム、六価クロム、水銀、セレン、鉛、ヒ素、フッ素、ホウ素で、温泉成分や食品等にも含まれているものである。
- ④ 専門知識を有する建設事業者による委員会において、トンネル発生土の分析・評価や対策土の受入候補地に対する対策工等について審議・検討する。
- ⑤ 対策工には、原地盤活用（覆土対策）、吸着層、不溶化处理、遮水工封じ込め、粘性土などによる被覆・浸透抑制、洗浄処理がある。

Ⅲ－26 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、統計値及び記述内容は、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。
- ② 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。
- ③ 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。
- ④ 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。
- 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－27 2020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」による。

- ① 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2020年にかけては減少傾向にある。
- ② 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、2020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。
- ③ 我が国の2020年における国内樹脂製品消費量は、1980年と比べ1.5倍に増加している。
- ④ 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、産業系廃棄物より一般系廃棄物の方が大きい。
- ⑤ 廃プラスチックとして捕捉されている総量822万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。

Ⅲ－28 廃棄物に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 産業廃棄物処理施設に係る新規の許可件数（焼却施設、最終処分場）は2018年度末で30件となっており、前年度より件数がやや増えている。
- ② 循環型社会形成推進基本法では、発生した廃棄物等の処理について、優先順位を（1）発生抑制、（2）再使用、（3）再生利用、（4）熱回収、（5）適正処分として定めている。
- ③ 1996年度から2018年度までの産業廃棄物の排出量は、4億t前後で大きな変化はなく、ほぼ横ばいとなっている。
- ④ RDF（ごみ固形燃料）は、通常のごみと比較して、腐敗性が少なく、比較的長期の保管が可能であること、運搬が容易であること、安定した燃焼が可能であること等の特徴を有している。
- ⑤ ごみ発電とは、ごみを熔融するときに発生する高温の排出ガスの持つ熱エネルギーをボイラーで回収し、蒸気を発生させてタービンを回して発電を行うもので、ごみ焼却施設の余熱利用の有効な方法の1つである。

Ⅲ－29 油層の排油機構に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 圧力の低下に伴い、油中に溶存するガスが油層中で分離膨張することにより排油が行われるような排油機構を溶解ガス押し型という。
- ② 不飽和油を胚胎する油田、つまり油層圧力が油の飽和圧力以上にある場合において、油自体の膨張エネルギーにより排油が行われる排油機構を油膨張押し型という。
- ③ 油を生産することにより油層圧力が増加すると、油層頂部に存在するガスキャップの膨張が起こり圧力維持に貢献するような排油機構をガスキャップ押し型という。
- ④ 産油に伴い油層圧力が低下し、その結果、隣接する水層の水が膨張し油層内に水が浸入し油が産出される排油機構を水押し型という。
- ⑤ 油層内でガスが油から分離したとき、油とガスの密度差に対する重力作用の結果、ガスは上方に、油は下方に移動し、ガスが構造頂部まで移動して二次的ガスキャップを形成するような排油機構を重力押し型という。

Ⅲ－30 石油・天然ガス井の坑井仕上げに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 油・ガス層本来の浸透率が非常に低い場合及び掘削泥水により坑井近傍の浸透率が著しく低下している場合に用いられる坑井刺激法には、水圧破碎と酸処理の2つがあり、貯留層が炭酸塩岩の場合には酸処理が多用される。
- ② 石油・ガスの採取につれて採取層の砂が流体に伴って移動し、やがて坑井内に流入して、チュービング・パイプ内を閉塞させて生産量の低下を招いたりする現象を出砂障害と呼ぶが、炭酸塩岩貯留層ではほとんど発生しない。
- ③ 穿孔仕上げは、セメンチング終了後、生産層から油・ガスが坑井内に流入できるように、プロダクションケーシングとその外側のセメントをガンパー（パーフォレーター）で貫いて生産層に孔を開ける仕上げ方式である。
- ④ アンカー仕上げは、プロダクションケーシングの先端に仕上げ区間分の長さの孔明管を付けて降下し、仕上げ層上面より上部のみをセメンチングして仕上げる方式である。仕上げ層がセメントにより汚染されないため、生産性障害が少なく済む。
- ⑤ 生産性障害の度合いを示す指標としてよく用いられるスキンファクターは、種々の産出テストデータの圧力解析を通して評価され、その単位はm（メートル）である。

Ⅲ－31 ダルシーの法則が成り立つ非圧縮性流体の一次元線形流動を考える。同じ長さ、同じ断面積で、それぞれ5md（ミリダルシー）と25mdの異なる浸透率を持つ2つの岩石コアを流動方向に直列につなぎ合わせたとき、連結コア全体の浸透率 [md] の理論値に最も近い値はどれか。

- ① 0.24
- ② 2.1
- ③ 4.2
- ④ 8.3
- ⑤ 15.0

Ⅲ－32 反射法地震探査により地表から、ある深さに反射面が確認された。地表も反射面も水平であると仮定し、発振点（地表）から600m離れた受信点（地表）で観測された反射波の走時が1.2秒であったとき、反射面の深度 [m] に最も近い値はどれか。ただし、反射面までの地層は均質であり、その弾性波速度は1,800m/sとする。

- ① 997
- ② 1,037
- ③ 1,080
- ④ 2,075
- ⑤ 2,139

Ⅲ－33 物理検層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。

物理検層とは、掘削後又は掘削中の坑井に計測機器を降下し、油ガス層評価や坑内状況を把握するため、各種の物理量を測定する技法である。古くは a と呼称されたが、これは物理検層の初期には地層の b の測定が主たる目的であったことに由来する。測定結果は、 c に対して各種物理量が長尺の記録として表示され、ログと呼称されている。計測機器の降下に際しては、 d の使用が一般的であり、測定作業や手法全般について d 検層と呼称されている。高傾斜井や水平坑井などで、 d による計測機器の降下が困難な場合には、 e の先端に機器を装着して降下する手法も実施される。また、坑井の掘進中にドリルカラーに装着された計測器によって各種物理量を測定する手法はLWD (Logging While Drilling) と呼称される。

	a	b	c	d	e
①	電気検層	比抵抗	時間	泥水	ドリルパイプやチュービング
②	マッドガス分析	油徴	時間	泥水	光ファイバー
③	電気検層	油徴	深度	ワイヤーライン	光ファイバー
④	マッドガス分析	油徴	深度	ワイヤーライン	ドリルパイプやチュービング
⑤	電気検層	比抵抗	深度	ワイヤーライン	ドリルパイプやチュービング

Ⅲ－34 傾斜掘削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 掘進編成中のスタビライザーの位置や個数、外径等を調節することで、坑井の方位・傾斜角をある程度コントロールできる。
- ② ロータリーステアラブルシステム (RSS, Rotary Steerable System) よりも、ロータリー掘進とスライド掘進を交互に繰り返すマッドモーターによる傾斜掘削の方が、坑跡はスムーズになる。
- ③ MWD (Measurement While Drilling) システムのデータ伝送方式の現在の主流は、伝送媒体として泥水を利用する方式である。
- ④ 傾斜坑井において掘削深度あるいは単に深度といったときには、鉛直方向の坑井の深度ではなく、坑井の長さを指す。
- ⑤ 最小曲率法等の坑跡計算では、坑井の各測点における方位、傾斜角及び測定深度から垂直深度、偏距及び方位を計算する。

Ⅲ－35 石油・天然ガス開発事業におけるHSEマネジメントに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① HSE (Health, Safety and Environment) とは、労働安全衛生並びに環境保全への取組のことをいい、そのマネジメントシステムであるHSEMS (Health, Safety and Environment Management System) は石油・天然ガス開発業界に広く導入されている。
- ② リスク評価の結果、許容できないリスクが抽出された場合は、リスク低減策を検討し、ALARP (As Low As Reasonably Practicable) 領域、すなわち合理的に可能な領域までリスクを低減する必要がある。
- ③ 米国メキシコ湾にて坑井が暴噴・爆発し、掘削リグ「ディープウォーターホライゾン (Deepwater Horizon)」が炎上、沈没した事故では、3か月近く原油の海洋への流出が続き、この事故により深海掘削作業に対して当局の法的要求事項が見直されることになった。
- ④ 1988年に北海油田で起きたパイパー・アルファ (Piper Alpha) の爆発・火災事故は、目標を設定しその実行を保証する自主管理から、規制当局が定める詳細に記述された規則による管理に変更される契機となった。
- ⑤ 我が国では、2004年に鉱山保安法が改正され、自主保安の原則のもとに鉱山保安確保に取り組むことが求められている。