

【08】資源工学部門

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 次の国のうち、石炭の確認埋蔵量(無煙炭, 瀝青炭, 亜瀝青炭, 褐炭の合計)が最も多い国はどれか。ただし, BP Statistical Review of World Energy 2015を基準とする。

- ① 中国 ② インド ③ アメリカ ④ ロシア ⑤ オーストラリア

Ⅲ-2 世界の石炭生産量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。ただし, Key World Energy Statistics, IEA, 2015を基準とする。

2014年の世界の石炭生産量(褐炭を含む)は, およそ a 億トンである。国別では中国がおよそ37億トンと最も多く, 2番目以降, b, c, d, インドネシアの順である。

- | | a | b | c | d |
|---|-----|---------|---------|---------|
| ① | 120 | アメリカ | インド | オーストラリア |
| ② | 80 | オーストラリア | アメリカ | インド |
| ③ | 120 | アメリカ | オーストラリア | インド |
| ④ | 80 | アメリカ | インド | オーストラリア |
| ⑤ | 120 | オーストラリア | アメリカ | インド |

Ⅲ-3 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, 「エネルギー白書2015」(経済産業省)を基準とする。

- ① 2013年度の国内石炭生産量は100万トンを超えている。
② 2014年度の石炭輸入量はおよそ1億9,000万トンである。
③ 2014年度の一般炭の輸入先はインドネシアが74%を占めている。
④ 2014年度の原料炭の輸入先はオーストラリアが51%を占めている。
⑤ 2013年度の業種別石炭使用量は電気事業者が最も多い。

Ⅲ－４ 炭鉱のガス抜き管内（30℃，0.8気圧）のガス1.0m³を大気中（10℃，1気圧）に放流した場合のガスの体積（m³）として，最も近い値はどれか。ただし，ガスは理想気体とし，0℃は273Kとする。

- ① 0.27 ② 0.75 ③ 0.86 ④ 1.17 ⑤ 1.34

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 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。
- ② 表層土は採掘終了後の修復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。
- ③ 剝土作業には通常ドラッグライン又はパワーショベルが用いられるが，剝土層の岩石が硬い場合は穿孔発破を行う。
- ④ 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。
- ⑤ 剝土比は，採掘する石炭層の厚さに対する剝土層の厚さの比で表す。

Ⅲ－６ 石炭へのガスの吸着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。

石炭へのガスの吸着量は，揮発分が a ，圧力が b ，温度が低いほど増加する。また，ガスの種類別では，窒素，二酸化炭素，メタンの中では c が最も吸着量が多い。

- | | a | b | c |
|---|-----|-----|-------|
| ① | 少なく | 大きく | 二酸化炭素 |
| ② | 少なく | 小さく | 窒素 |
| ③ | 多く | 大きく | 二酸化炭素 |
| ④ | 多く | 小さく | 窒素 |
| ⑤ | 少なく | 大きく | メタン |

Ⅲ－7 石炭の燃料比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。

工業分析で得られる a と b の比 [a (%) / b (%)] を燃料比という。燃料比が大きくなるにつれて着火性・燃焼性は c し、逆に燃料比が小さくなるにつれて着火性・燃焼性は d する傾向がある。

- | | <u>a</u> | <u>b</u> | <u>c</u> | <u>d</u> |
|---|----------|----------|----------|----------|
| ① | 揮発分 | 固定炭素 | 低下 | 低下 |
| ② | 固定炭素 | 揮発分 | 低下 | 増加 |
| ③ | 揮発分 | 固定炭素 | 低下 | 増加 |
| ④ | 固定炭素 | 揮発分 | 増加 | 低下 |
| ⑤ | 揮発分 | 固定炭素 | 増加 | 増加 |

Ⅲ－8 岩石試験片の一軸圧縮試験を行うこととする。岩石のヤング率は40GPa (=40×10⁹Pa)、ポアソン比は0.2とする。弾性範囲内で試験片の軸方向に、20MPa (=20×10⁶Pa) の圧縮応力を加えたときの体積ひずみは次のうちどれか。ただし、ひずみは圧縮を正とする。

- ① 1.0×10⁻⁴
- ② 2.0×10⁻⁴
- ③ 3.0×10⁻⁴
- ④ 4.0×10⁻⁴
- ⑤ 5.0×10⁻⁴

Ⅲ－9 含水爆薬に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 衝撃、摩擦及び火炎に対する安全性が高く、耐水性に優れている。
- ② 爆発威力はANFO（硝安油剤爆薬）やダイナマイトに比べ高い。
- ③ 爆発生成ガス（後ガス）中に含まれる有毒ガス量が少ない。
- ④ 加圧下では不発になることがある。
- ⑤ スラリー爆薬は、鋭感剤と安定剤とを添加した酸化剤の水溶液に気泡剤と可燃剤などを加えて混合することによって製造される。

Ⅲ－10 地質の年代区分について、古い時代から新しい時代の順に、左から右に正しく並べたものは次のうちどれか。

- ① オルドビス紀，石炭紀，白亜紀
- ② オルドビス紀，白亜紀，石炭紀
- ③ 石炭紀，オルドビス紀，白亜紀
- ④ 石炭紀，白亜紀，オルドビス紀
- ⑤ 白亜紀，石炭紀，オルドビス紀

Ⅲ－11 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：黄銅鉱
- ② アルミニウム：孔雀石
- ③ チタン：イルメナイト
- ④ タングステン：灰重石
- ⑤ クロム：クロム鉄鉱

Ⅲ－12 露天掘採掘跡地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 岩盤が露出，裸地化しているため，土砂災害に結びつく危険性がある。
- ② 採掘跡地の処理は，防災工よりも緑化・修景を優先するべきである。
- ③ 緑化においては復元の目標を明確にしなければならない。
- ④ 跡地利用計画を策定すべきである。
- ⑤ 採掘後の景観的影響を開発計画の段階において，できる限り正確に予測，評価し，残壁部分を極力小さくするように採掘計画を立てることが望ましい。

Ⅲ-13 金属鉱物の露天掘鉱山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。

地下にある銅鉱石を露天採掘するためには、鉱石の他にも採掘する必要がある。ここで単位の鉱石を採掘するために取り除かなければならないの量、すなわちが経済性に大きく影響を与える要因の1つである。経済的に採掘できる鉱石の下限品位をと呼ぶが、この値はが大きくなればなる傾向にある。露天掘鉱山のオープンピットは深くなるほど、がなる。

	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>c</u>	<u>d</u>	<u>e</u>
①	ズリ	剥土比	カットオフ品位	大きく	大きく
②	尾鉱	カットオフ品位	実収率	小さく	大きく
③	ズリ	剥土比	カットオフ品位	大きく	小さく
④	尾鉱	剥土比	実収率	大きく	大きく
⑤	ズリ	剥土比	カットオフ品位	小さく	小さく

Ⅲ-14 空隙率（孔隙率）が10%とされる岩石の見かけ比重を測定したところ2.40であった。この岩石の真比重として最も近い値はどれか。

- ① 2.16 ② 2.18 ③ 2.64 ④ 2.67 ⑤ 2.90

Ⅲ-15 次の鉱物のうち、理想化学組成式が CuFeS_2 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-16 粉砕機における粉砕力には、圧縮、せん断、衝撃、摩擦など種々あるが、次の粉砕機のうち、圧縮力が最も作用しないと考えられるものはどれか。

- ① ジョークラッシャー
 ② ジャイレトリークラッシャー
 ③ コーンクラッシャー
 ④ ハンマークラッシャー
 ⑤ ロールクラッシャー

Ⅲ-17 流体中を重力のみで沈降している粒子に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 層流域での粒子の終末沈降速度は、ニュートンの式で求められる。
- ② 等しい密度の粒子では、粒子径が大きくなると、終末沈降速度は遅くなる。
- ③ 等しい粒子径の粒子では、密度の低いものが高いものより速く沈降する。
- ④ 比重の異なる2種の粒子が等しい速度で沈降しているとき、両粒子の粒子径の比を等速落下比と呼ぶ。
- ⑤ 等速落下比は、サイズ分級の難易度を示す尺度となる。

Ⅲ-18 ある鉱石の粉砕仕事指数（ワークインデックス）を求めたところ32 [kWh/t]であった。この鉱石を80%通過粒子径700 [μm] から80%通過粒子径30 [μm] まで、出力60 [kW] の粉砕機で粉砕したい。時間当たり処理能力 [t/h] として最も近い値はどれか。なお、ボンドの粉砕仕事指数の式は次で表される。

$$W = 10 \times W_i \times \left(\frac{1}{\sqrt{P}} - \frac{1}{\sqrt{F}} \right)$$

W : 粉砕に要する仕事量 [kWh/t]

W_i : 粉砕仕事指数（ワークインデックス） [kWh/t]

P : 粉砕後の80%通過粒子径 [μm]

F : 粉砕前の80%通過粒子径 [μm]

- ① 0.5 ② 0.8 ③ 1.3 ④ 1.9 ⑤ 2.6

Ⅲ-19 あるフィードを分離装置で処理し濃縮物と残渣に分離する工程に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。ここでフィード、濃縮物、残渣それぞれの量を F 、 C 、 T とし、それぞれの品位を f 、 c 、 t とする。

① 歩留 Y は、 $Y = \frac{F}{C}$ で表される。

② 回収率 R は、 $R = \frac{Cc}{(Cc+Tt)}$ で計算できる。

③ $f=10$ [%]、 $c=50$ [%]、 $R=75$ [%] の場合、 $t \approx 3$ [%] となる。

④ 歩留 Y は、 f 、 c 、 t の値により算出できる。

⑤ 回収率 R は、 f 、 c 、 t の値により算出できる。

Ⅲ-20 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 重液選別は、水中における粒子の沈降速度の差を利用して選別し、ジグ選別は、溶液の比重より小さな比重の粒子が浮上し、大きな比重の粒子が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水の中に粒子を供給し、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 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。
- 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 渦電流選別は、物質本体の電気伝導性の差を利用して選別する。

Ⅲ-21 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 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。
- 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 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。
- ⑤ ザンセートは、硫化鉱物に対する主要な捕収剤である。

Ⅲ-22 PETボトルリサイクル推進協議会によるPET（ポリエチレンテレフタレート）樹脂に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① メカニカルリサイクル（物理的再生法）は、ケミカルリサイクル（化学的再生法）に比べると、大掛かりな分解設備や重合設備を使わないため、製造コストや環境負荷が低くなる。
- ② ケミカルリサイクルの特徴は、解重合／再重合の間に異物、異種材質が取り除かれ、バージン樹脂と同等に品質の高いPET樹脂に再生できることである。
- ③ PET樹脂は、主に炭素、酸素、水素から構成され、約2／3が酸素であり、他のプラスチックに比べて石油依存度が高い。
- ④ 発熱量の低いPET樹脂は、エネルギー回収よりも素材としてのリサイクルに向いている。
- ⑤ PET樹脂の比重は、水より大に対し、PP（ポリプロピレン）でできたPETボトルのキャップの比重は水より小であり、リサイクルの際にボトル素材とキャップ素材を水での比重分離にて容易に分離できる。

Ⅲ-23 酸化と還元に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 酸化剤とは電子を供与することのできる物質であり、還元剤とは電子を受入れることのできる物質である。
- ② $\text{Fe}^{3+} + e^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$ 系の Fe^{3+} は還元剤、 Fe^{2+} は酸化剤としていろいろな反応に使われている。
- ③ 塩素は殺菌剤として、また水中の無機物、シアンなどの酸化分解などに用いられ、水処理に不可欠な酸化剤である。
- ④ オゾン塩素よりも酸化力が弱い。
- ⑤ オゾンは浄水処理における、かび臭物質の除去等の目的に、また、排水処理用としても有機物、色度、臭気物質の除去に用いられている。

Ⅲ-24 最近の我が国のセメント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、統計値は一般社団法人セメント協会のホームページ「廃棄物・副産物の受入れ状況」を基準とする。

- ① セメントキルン内におけるフロンの分解は、セメント焼成温度との関係で極めて困難である。
- ② 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1 t製造するのに使用した量）は、2012年度は480kgに達している。
- ③ セメント産業における廃棄物・副産物の使用量が最大のものは、高炉スラグで、次いで石炭灰となっている。
- ④ エコセメントは、都市ごみ焼却灰や下水汚泥を主原料とし、セメント原料の約50%を廃棄物に置き換えることができる。
- ⑤ セメント工場では、各種廃棄物・副産物のほとんどの成分をセメント製造用の原料・熱エネルギーとして利用するため二次廃棄物が発生しない。

Ⅲ-25 鉛排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 鉛は、硫酸、ふっ化水素酸に溶解しないが、酸化性の硝酸、熱濃硫酸には溶解する。
- ② 鉛化合物には2価と4価があるが、4価の方が安定であり、排水中では4価イオンとして存在する。
- ③ 溶解性の鉛化合物には硝酸鉛、酢酸鉛や塩化鉛がある。
- ④ 鉛は両性であり、中性域ではpHの上昇に伴い水酸化物として沈殿するが、pH8以上のアルカリ性では水酸化鉛イオンを作って再溶解する。
- ⑤ EDTA（エチレンジアミン四酢酸）錯体は安定であり、水酸化物法での処理は困難である。

Ⅲ-26 我が国のごみ（一般廃棄物）焼却施設の熱回収に関する次の（ア）～（エ）の記述の正誤について、正しい組合せはどれか。ただし、平成27年版環境・循環型社会・生物多様性白書（環境省）を基準とする。

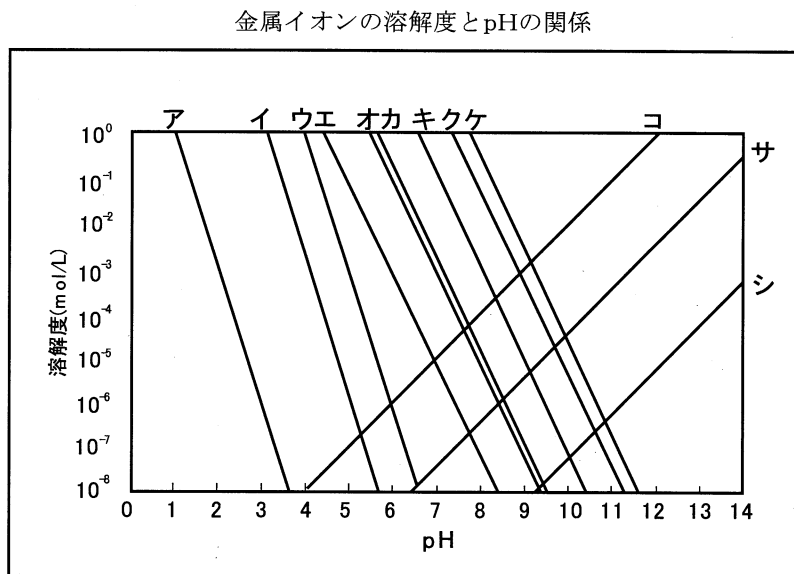
- （ア）平成25年度、ごみ焼却発電を行っている割合は施設数ベースでは約3割である。
（イ）平成25年度、ごみ焼却発電を行っている割合は、大規模な施設ほど、ごみ焼却発電を行っている割合が高いため、ごみ処理能力ベースでは6割を超えている。
（ウ）平成25年度におけるごみ焼却発電施設は全国で320以上ある。
（エ）発電後の低温の温水を、地域冷暖房システムに有効利用する事例も見られる。

	<u>（ア）</u>	<u>（イ）</u>	<u>（ウ）</u>	<u>（エ）</u>
①	正	正	誤	正
②	誤	正	誤	正
③	正	誤	誤	正
④	正	正	正	正
⑤	正	誤	正	誤

Ⅲ-27 重金属等による土壌汚染の対策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 熔融処理は、焼却灰等を1,400～1,600℃の高温で熔融し、水銀、カドミウム、鉛、ヒ素などをスラグ中に封じ込め、その他の金属をガス中に揮散させて飛灰として捕集する。
② 固化・不溶化処理は、有害物質を化学的に安定な物質に変化させ固相に閉じ込めて周囲の水や大気への移動性を抑止する。
③ 土壌洗浄は、湿式分級による細粒分の分離、土表面に存在する有害物質の剥離・洗浄により、土を清浄化する方法である。
④ 熱脱着工法は、汚染土を加熱することにより、比較的沸点が低い物質を土から分離する技術である。
⑤ 封じ込めは、汚染土壌を一般環境から隔離し、地下水・表流水などを通じての汚染拡散、土粒子の飛散、及びガス化による汚染拡散を防止する技術である。

Ⅲ-28 金属イオンを含む酸性排水にアルカリを加えてpHを上げ、金属イオンを水酸化物として沈殿させる中和処理に関する記述として、最も適切なものはどれか。なお、下図は、「新・公害防止の技術と法規2016水質編」（一般社団法人産業環境管理協会）に示された「金属イオンの溶解度とpHの関係図」において金属イオンをア～シと記号化して表示したものである。



- ① Feは、2価 (Fe^{2+}) であればpH4付近でほぼ完全に除去されるが、3価 (Fe^{3+}) ではpH9~10まで上げないと十分に除去されない。
- ② 沈降分離した水酸化物のスラッジ（中和沈殿物）の一部を中和槽に循環する方法は、スラッジの沈降性、濃縮性が低下する。
- ③ アルミニウム、鉛、亜鉛、クロムなどの水酸化物は両性金属であり、高いpHにおいて過剰の水酸化物イオンと反応して金属錯イオンとなって再溶解するので注意が必要である。
- ④ 上図において、鉄イオンは、イとオである。
- ⑤ 上図において、クロムイオンは、カとシである。

Ⅲ-29 次の国のうち、2014年末における石油の確認埋蔵量が最も多い国はどれか。ただし、BP Statistical Review of World Energy 2015を基準とする。

- ① アメリカ ② サウジアラビア ③ ベネズエラ ④ ロシア ⑤ イラン

Ⅲ-30 有機成因説に基づく石油・天然ガス鉱床の形成過程に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 石油・天然ガスは、地中に埋没し熟成した根源岩から生成・排出され、キャリアベッドを通じて移動し、帽岩などの不浸透性・封塞性を有する構造からなるトラップ内の貯留岩に集積する。
- ② 根源岩とは、生物プロセス若しくは熱分解プロセスにより炭化水素を生成・排出するのに適した化学組成を有し、十分な量の有機物が含まれる岩石であり、細粒の泥岩、頁岩及び炭酸塩岩の他に、石炭（及び炭質頁岩）などがある。
- ③ 石油・天然ガスが根源岩から排出され（一次移動）、さらに構造的に高い位置へ移動（二次移動）していく経路となる地層をキャリアベッドと呼ぶ。
- ④ 条件さえ整えば、すべての種類の岩石が貯留岩になり得るが、実際には、石油・天然ガスを産出する貯留岩は、世界的に見て砂岩と炭酸塩岩（石灰岩）で約90%を占める。
- ⑤ トラップの種類には、（1）背斜トラップや断層トラップ、不整合トラップなどの構造トラップ、（2）浸透率トラップや礁トラップなどの層位トラップ、及び（3）構造と層位の組合せトラップがある。

Ⅲ-31 石油・天然ガス坑井掘削中の坑壁の安定性に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 坑井掘削中は、泥水柱圧により、適切に地殻応力と地層圧力（間隙水圧）を支えることによって坑壁の安定性を保つことができる。
- ② 坑壁不安定現象は、（1）坑壁の崩壊、（2）坑壁のせり出し、及び（3）き裂の生成とそれに伴う逸水の3つに大別できる。
- ③ 坑壁の崩壊及び坑壁のせり出しの主な原因は、泥水比重の不足や地層中の粘土鉱物の膨潤である。
- ④ 坑壁の崩壊やせり出しの防止には、泥岩の水和膨潤を抑制する効果を有するインヒビテッド泥水や非水系泥水の使用が有効である。
- ⑤ 泥水比重不足による坑壁の不安定は引張破壊、過剰の場合はせん断破壊である。

Ⅲ-32 原油の回収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 原油の回収法は、一般的に、一次回収、二次回収及び三次回収に分類でき、一次回収法と二次回収法を合わせて在来型回収法、三次回収法を増進回収法（EOR）と呼ぶこともある。
- ② 一次回収法とは、油層の自然の排油エネルギーを利用した回収法のことであり、最も一般的なものは自噴採油である。
- ③ 二次回収法とは、ガスリフトやポンピング等の人工採油法のことをいう。
- ④ 三次回収法とは、本来油層が有していない排油機構に着目して原油の回収率の増加を試みる手法であり、これには熱攻法やポリマー攻法、ガスマシブル攻法などがある。
- ⑤ 原油の回収率は、フィールドにより幅があるが、一次回収では20～30%、二次回収では30～40%、三次回収では40～60%程度といわれている。

Ⅲ-33 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2md（ミリダルシー）と10mdの異なる浸透率を有する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 0.6 ② 1.7 ③ 3.3 ④ 6.0 ⑤ 12.0

Ⅲ-34 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1.0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2,000m/sとする。

- ① 910 ② 954 ③ 1,000 ④ 1,908 ⑤ 1,977

Ⅲ-35 次の国のうち、2014年の石油（原油の他、シェールオイル、オイルサンド及び天然ガス液を含む）の日量ベースの生産量 [バレル/日] が最も多い国はどれか。ただし、BP Statistical Review of World Energy 2015を基準とする。

- ① サウジアラビア ② ロシア ③ 中国 ④ アメリカ ⑤ カナダ