

0001

燃料 > 固体燃料 | 難易度：基礎

問題：石炭などの固体燃料の工業分析で通常扱う成分の組合せとして最も適切なものはどれか。

- ア．水分・揮発分・灰分・固定炭素
- イ．炭素・水素・酸素・窒素
- ウ．メタン・エタン・プロパン・ブタン
- エ．密度・粘度・引火点・流動点

答え・解説

正答：ア

ア：工業分析ではこの4成分で固体燃料の性状を整理する。
イ：これは元素分析で扱う代表成分である。
ウ：気体燃料の成分例であり工業分析ではない。
エ：主に液体燃料の性状指標である。

総合解説：固体燃料では工業分析と元素分析を区別する。工業分析は燃焼性、着火性、灰処理などを把握する基礎となる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0002

燃料 > 固体燃料 | 難易度：基礎

問題：ある石炭の工業分析値が、水分8%、揮発分32%、灰分10%である。固定炭素分は何%か。

- ア．40%（考え方：灰分または水分の一部を重複して差し引いている）
- イ．50%（考え方：固定炭素=100-8-32-10=50%である）
- ウ．58%（考え方：水分8%だけを差し引いた値に近い）
- エ．68%（考え方：揮発分32%だけを差し引いた値である）

答え・解説

正答：イ

ア：灰分または水分の一部を重複して差し引いている。
イ：固定炭素=100-8-32-10=50%である。
ウ：水分8%だけを差し引いた値に近い。
エ：揮発分32%だけを差し引いた値である。

総合解説：工業分析値は通常4成分の合計が100%になるため、固定炭素は他3成分との差し引きで求められる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0003

燃料 > 固体燃料 | 難易度：基礎

問題：固体燃料の元素分析で炭素C、水素H、硫黄Sなどを把握する主な目的として最も適切なものはどれか。

- ア．灰の融点だけを直接決定する
- イ．粒径分布だけを求める
- ウ．理論酸素量・理論空気量や燃焼生成物の計算に利用する
- エ．石炭の機械的強度だけを求める

答え・解説

正答：ウ

ア：灰融点は無機成分組成などの影響を受け、元素分析だけでは決まらない。
イ：元素分析は粒径測定ではない。
ウ：元素組成から化学量論的な燃焼計算が可能になる。
エ：化学組成の分析であり機械強度試験ではない。

総合解説：燃焼計算ではC、H、S、Oなどの元素組成を用いて必要酸素量と生成CO₂・H₂O・SO₂等を求める。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0004

燃料 > 固体燃料 | 難易度：標準

問題：同じ乾燥可燃分組成の固体燃料で、受入時水分が増加した場合の一般的な影響として最も適切なものはどれか。

- ア．単位質量当たり発熱量は必ず増加する
- イ．燃焼に必要な空気量は水分だけに比例して増える
- ウ．水分は燃焼温度に一切影響しない
- エ．単位質量当たりの有効な発熱量は低下しやすい

答え・解説

正答：エ

ア：水分は可燃分ではなく、一般に有効発熱を低下させる。
イ：必要空気量は主に可燃元素量で決まり、水分だけに比例しない。
ウ：蒸発潜熱等により火炎温度を低下させる要因となる。
エ：水分を加熱・蒸発させるための熱が必要で、可燃分割合も低下する。

総合解説：高水分燃料では乾燥・予熱や炉内滞留時間の確保が燃焼安定性に重要となる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0005

燃料 > 固体燃料 | 難易度：標準

問題：一般に、揮発分の多い石炭の燃焼特性として最も適切な傾向はどれか。

- ア．着火しやすく、燃焼初期に気相燃焼の割合が大きくなりやすい
- イ．必ず着火しにくくなる
- ウ．揮発分は燃焼挙動に影響しない
- エ．揮発分が多いほど灰分も必ず同じ割合で増える

答え・解説

正答：ア

ア：加熱時に可燃性ガスが多く放出されるため着火性が高まりやすい。
イ：一般的傾向と逆である。
ウ：着火・火炎形成へ大きく影響する。
エ：揮発分と灰分は独立した分析項目である。

総合解説：石炭の燃焼では揮発分燃焼とチャー燃焼の双方があり、揮発分量は着火や火炎形状へ影響する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0006

燃料 > 固体燃料 | 難易度：標準

問題：受入基準で水分10%、灰分9%の固体燃料がある。この灰分を乾燥基準で表すと約何%か。

- ア．8.1%（考え方：9%に0.9を掛けており換算方向が逆）
- イ．10%（考え方：乾燥質量は全体の90%なので、乾燥基準灰分=9/90×100=10%である）
- ウ．9%（考え方：基準変更を反映していない）
- エ．19%（考え方：水分と灰分を単純加算）

答え・解説

正答：イ

ア：9%に0.9を掛けており換算方向が逆である。
イ：乾燥質量は全体の90%なので、乾燥基準灰分=9/90×100=10%である。
ウ：基準変更を反映していない。
エ：水分と灰分を単純加算している。

総合解説：分析値を比較するときは受入基準、乾燥基準、無水無灰基準などの基準をそろえる必要がある。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0007

燃料 > 固体燃料 | 難易度：標準

問題：固体燃料の灰分が多い場合に一般に懸念される事項として最も適切なものはどれか。

- ア．灰分が多いほど燃料の可燃分が必ず増える
- イ．灰分は燃焼設備の保守に一切影響しない
- ウ．灰処理量の増加や伝熱面への付着・スラッシングの可能性が高まる
- エ．灰分はすべて燃焼してCO2になる

答え・解説

正答：ウ

ア：灰は不燃分であり可燃分割合は一般に低下する。
イ：堆積・摩耗・閉塞等の要因となる。
ウ：無機分が燃焼後に灰として残り、運転・保守へ影響する。
エ：灰は主に無機不燃分である。

総合解説：灰の量だけでなく融点や成分も、炉内付着やクリン力生成の評価に重要である。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0008

燃料 > 固体燃料 | 難易度：標準

問題：一般的な石炭化度の増加に伴う傾向として最も適切なものはどれか。

- ア．炭素割合が必ず0に近づく
- イ．揮発分が必ず増加し続ける
- ウ．水分が必ず増加する
- エ．炭素割合が高まり、揮発分が少なくなる傾向がある

答え・解説

正答：エ

ア：石炭化度増加では炭素割合は一般に高まる。
イ：一般的には逆の傾向である。
ウ：低石炭化度炭の方が水分が多い傾向がある。
エ：褐炭から瀝青炭、無煙炭へ進むにつれ炭素濃度が高まり揮発分が低下する傾向がある。

総合解説：石炭化度は発熱量、着火性、反応性などの燃焼特性と関連する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0009 燃料 > 固体燃料 | 難易度：応用

問題：木質バイオマス燃料を化石系固体燃料と比較する際の留意点として最も適切なものはどれか。

- ア．水分、かさ密度、灰性状が燃料供給・乾燥・燃焼安定性へ大きく影響する
- イ．木質燃料は水分を含まないので乾燥は不要である
- ウ．バイオマスは灰を全く発生しない
- エ．固体バイオマスは粒径や供給方式の影響を受けない

答え・解説 正答：ア

ア：木質燃料は含水率や形状のばらつきが運転へ影響しやすい。
イ：実際には含水率が重要な性状である。
ウ：種類により量は異なるが灰分を含む。
エ：供給安定性や燃焼速度に影響する。

総合解説：バイオマス燃焼では化学組成だけでなく、水分・粒径・かさ密度・灰融点などの物理性状も重要である。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0010 燃料 > 固体燃料 | 難易度：標準

問題：水素分を含む固体燃料について、高位発熱量HHVと低位発熱量LHVの関係として正しいものはどれか。

- ア．LHVの方が必ず大きい
- イ．通常HHVの方がLHVより大きい
- ウ．両者は水素分に関係なく常に等しい
- エ．HHVは灰分だけで決まる

答え・解説 正答：イ

ア：関係が逆である。
イ：HHVは燃焼生成水の凝縮潜熱を含むため、LHVより大きくなる。
ウ：生成水があると凝縮潜熱分の差が生じる。
エ：発熱量は可燃成分組成等で決まり、灰分だけでは決まらない。

総合解説：ポイラ効率等を比較するときは、燃料発熱量がHHV基準かLHV基準かを統一する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0011 燃料 > 液体燃料 | 難易度：基礎

問題：燃料油の粘度が過度に高い場合、バーナ噴霧に起こりやすい影響として最も適切なものはどれか。

- ア．必ず液滴が細くなり燃焼が改善する
- イ．粘度は噴霧粒径に影響しない
- ウ．微粒化が悪化し、燃焼不良を招きやすい
- エ．高粘度ほど蒸発が瞬時に完了する

答え・解説 正答：ウ

ア：一般的傾向と逆である。
イ：微粒化特性へ影響する主要物性である。
ウ：高粘度では液滴が細かく分裂しにくく、混合・蒸発が遅れる。
エ：大きな液滴は蒸発に時間を要する。

総合解説：重質油などでは適切な予熱により粘度を下げ、良好な噴霧状態を確保する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0012 燃料 > 液体燃料 | 難易度：基礎

問題：重質燃料油をバーナ前で予熱する主な目的として最も適切なものはどれか。

- ア．燃料の灰分を完全に除去する
- イ．発熱量を2倍にする
- ウ．燃料中の炭素を水素へ変換する
- エ．粘度を適正範囲まで低下させて微粒化を改善する

答え・解説 正答：エ

ア：予熱だけで灰分は除去できない。
イ：予熱で化学発熱量が2倍になることはない。
ウ：通常の予熱で元素組成は変換されない。
エ：温度上昇により粘度が低下し、噴霧性が改善される。

総合解説：予熱温度は粘度・安全性・コーキング等を考慮して適正化する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0013 燃料 > 液体燃料 | 難易度：基礎

問題：液体燃料の引火点の説明として最も適切なものはどれか。

- ア．所定条件で液面上に可燃性蒸気を生じ、外部着火源で瞬間的に着火する最低温度の指標である
- イ．外部着火源なしに自然発火する最低温度である
- ウ．燃料が凍結する温度である
- エ．燃料の沸点と必ず同じである

答え・解説 正答：ア

ア：引火点は取り扱い安全性に関する重要な性状である。
イ：これは自然発火温度の概念である。
ウ：凝固点・流動点と異なる。
エ：引火点と沸点は異なる物性である。

総合解説：引火点、自然発火温度、流動点などは意味が異なるため区別する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0014 燃料 > 液体燃料 | 難易度：標準

問題：一般に軽質な石油系燃料を重質燃料油と比較したときの傾向として最も適切なものはどれか。

- ア．粘度が高く、蒸発しにくい
- イ．粘度が低く、蒸発しやすい
- ウ．必ず硫黄分が高い
- エ．常温で必ず固体である

答え・解説 正答：イ

ア：これは重質側の傾向である。
イ：軽質留分は低粘度で揮発性が高い傾向がある。
ウ：硫黄分は原油や精製条件に依存し、軽質だから必ず高いわけではない。
エ：軽質石油燃料は通常液体である。

総合解説：燃料選定では粘度、揮発性、硫黄分、残留炭素分など複数の性状を考慮する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0015 燃料 > 液体燃料 | 難易度：標準

問題：低位発熱量40 MJ/kgの液体燃料を、毎時8000 MJの燃料熱量として投入したい。必要燃料流量は何kg/hか。

- ア．20 kg/h（考え方：10分の1換算）
イ．320 kg/h（考え方：発熱量と必要熱量の比を誤っている）
ウ．200 kg/h（考え方：8000/40=200 kg/hである）
エ．8000 kg/h（考え方：発熱量による換算を行っていない）

答え・解説 正答：ウ

- ア：10分の1にしている。
イ：発熱量と必要熱量の比を誤っている。
ウ：8000/40 = 200 kg/hである。
エ：発熱量による換算を行っていない。

総合解説：燃料消費量は必要投入熱量を採用する発熱量基準で割って求める。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0016 燃料 > 液体燃料 | 難易度：標準

問題：密度850 kg/m³の燃料油を0.50 m³/h使用している。質量流量は何kg/hか。

- ア．1700 kg/h（考え方：密度を流量で割るなど比が逆）
イ．850 kg/h（考え方：体積流量0.50を反映していない）
ウ．0.000588 kg/h（考え方：単位換算を不適切に行っている）
エ．425 kg/h（考え方： $\rho Q = 850 \times 0.50 = 425$ kg/hである）

答え・解説 正答：エ

- ア：密度を流量で割るなど比が逆である。
イ：体積流量0.50を反映していない。
ウ：単位換算を不適切に行っている。
エ： $\rho Q = 850 \times 0.50 = 425$ kg/hである。

総合解説：燃料計量では質量基準と体積基準を区別し、密度の温度依存性にも注意する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0017

燃料 > 液体燃料 | 難易度：標準

問題：燃料油に想定外の水分が多量に混入した場合の一般的な影響として最も適切なものはどれか。

- ア．有効発熱が低下し、火災不安定や噴霧不良の原因となり得る
- イ．単位質量当たり発熱量が必ず増加する
- ウ．燃焼空気が不要になる
- エ．バーナの運転状態に一切影響しない

答え・解説

正答：ア

ア：水の加熱・蒸発に熱を要し、燃料供給・燃焼にも影響する。
イ：水は可燃分ではないため一般に低下する。
ウ：水分は酸化剤ではない。
エ：大量混入は噴霧・着火・火災不安定へ影響し得る。

総合解説：燃料貯蔵では水分離、タンク底部管理、加熱状態などが安定燃焼に関係する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0018

燃料 > 液体燃料 | 難易度：標準

問題：硫黄を含む液体燃料を燃焼した場合、硫黄分に由来して主に生成する酸化物として最も適切なものはどれか。

- ア．CH₄（考え方：メタンは硫黄酸化物別概念）
- イ．SO₂（考え方：燃料中硫黄の多くは燃焼によりSO₂となり、一部はSO₃等となる）
- ウ．N₂（考え方：窒素分子は硫黄由来生成物別概念）
- エ．H₂（考え方：水素分子は硫黄燃焼生成物別概念）

答え・解説

正答：イ

ア：メタンは硫黄酸化物ではない。
イ：燃料中硫黄の多くは燃焼によりSO₂となり、一部はSO₃等となる。
ウ：窒素分子は硫黄由来生成物ではない。
エ：水素分子は硫黄燃焼生成物ではない。

総合解説：硫黄酸化物は排ガス管理や低温腐食と関係するため、燃料硫黄分と運転条件を把握する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0019 燃料 > 液体燃料 | 難易度：応用

問題：同じ燃料・同じ総量を噴霧する場合、平均液滴径を小さくすることの一般的な効果として最も適切なものはどれか。

- ア．表面積が減少し蒸発が遅くなる
- イ．液滴径は蒸発速度に影響しない
- ウ．単位質量当たり表面積が増え、蒸発・空気との混合が速くなる
- エ．微粒化すると燃料発熱量が低下する

答え・解説 正答：ウ

ア：一般的傾向と逆である。
イ：表面積・拡散距離へ影響する。
ウ：微粒化により液滴表面積が増え、液体燃焼を促進しやすい。
エ：化学発熱量そのものは変わらない。

総合解説：液体燃料燃焼では良好な微粒化、蒸発、空気混合、着火が連続して進む必要がある。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0020 燃料 > 液体燃料 | 難易度：応用

問題：燃料AのLHVが42 MJ/kg、燃料BのLHVが35 MJ/kgである。同じ熱入力を得るためAからBへ切り替える場合、質量流量はどうする必要があるか。

- ア．Bの質量流量をAより少なくする
- イ．両者の質量流量を必ず同じにする
- ウ．発熱量は質量流量に関係しない
- エ．Bの質量流量をAより多くする

答え・解説 正答：エ

ア：熱入力が不足する。
イ：発熱量が異なるため熱入力が変わる。
ウ：熱入力 = 質量流量 × 発熱量で関係する。
エ：発熱量が低いBでは同じ熱入力を得るため多くの質量が必要である。

総合解説：燃料切替では発熱量だけでなく密度、粘度、燃焼空気量、バーナ適合性も確認する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0021 燃料 > 気体燃料 | 難易度：基礎

問題：一般的な天然ガスの主要な可燃成分として最も適切なものはどれか。

- ア．メタン
- イ．酸素
- ウ．窒素
- エ．二酸化炭素

答え・解説 正答：ア

ア：天然ガスは一般にメタンを主成分とし、少量の他炭化水素等を含む。
イ：酸素は酸化剤であり天然ガスの主要可燃成分ではない。
ウ：窒素は通常不燃性成分である。
エ：CO₂は燃焼生成物であり可燃成分ではない。

総合解説：天然ガスの組成は供給源により異なるが、燃焼計算ではメタン等の炭化水素組成を用いる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0022 燃料 > 気体燃料 | 難易度：基礎

問題：LNGの説明として最も適切なものはどれか。

- ア．石炭を常温で液化したもの
- イ．天然ガスを低温で液化して体積を小さくし、輸送・貯蔵しやすくしたもの
- ウ．プロパンだけを圧縮して液化したもの
- エ．重油を冷却して固化したもの

答え・解説 正答：イ

ア：天然ガス由来であり石炭ではない。
イ：LNGはLiquefied Natural Gasで、主成分はメタンである。
ウ：これはLPGの代表成分に近い。
エ：LNGとは異なる。

総合解説：LNGは受入後に気化して都市ガス・工業燃料等として利用される。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0023 燃料 > 気体燃料 | 難易度：基礎

問題：LPGの代表的な可燃成分の組合せとして最も適切なものはどれか。

- ア．水素・酸素
- イ．窒素・二酸化炭素
- ウ．プロパン・ブタン
- エ．一酸化炭素・水蒸気

答え・解説 正答：ウ

ア：LPGの代表組成ではない。
イ：どちらも主要可燃成分ではない。
ウ：LPGはLiquefied Petroleum Gasで、主にプロパンやブタンを含む。
エ：LPGの代表組成ではない。

総合解説：LPGは加圧または冷却で液化しやすく、体積を小さくして貯蔵・輸送できる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0024 燃料 > 気体燃料 | 難易度：標準

問題：気体燃料の発熱量を MJ/m^3 で比較する際、温度・圧力条件を明示する必要がある主な理由はどれか。

- ア．発熱量は温度・圧力に関係なく体積表示でも常に同じ数値になる
- イ．気体の質量は温度で消滅するため
- ウ．標準状態は液体燃料だけに使うため
- エ．気体の体積が温度・圧力によって変化するため

答え・解説 正答：エ

ア：体積が変化するため同じにはならない。
イ：質量保存に反する。
ウ：気体計量で特に重要である。
エ：同じ物質質量でも状態条件で体積が変わるので、体積基準発熱量は基準状態をそろえる必要がある。

総合解説：気体燃料の使用量・発熱量比較では Nm^3 等の基準状態表記を確認する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0025

燃料 > 気体燃料 | 難易度：標準

問題：低位発熱量 40 MJ/m^3 の気体燃料を $100 \text{ m}^3/\text{h}$ 使用している。燃料熱入力は何 MJ/h か。

- ア． 4000 MJ/h （考え方： $40 \times 100 = 4000 \text{ MJ/h}$ である）
- イ． 400 MJ/h （考え方：10分の1換算）
- ウ． 40 MJ/h （考え方：流量を反映していない）
- エ． 140 MJ/h （考え方：発熱量と流量を加算）

答え・解説

正答：ア

- ア： $40 \times 100 = 4000 \text{ MJ/h}$ である。
- イ：10分の1にしている。
- ウ：流量を反映していない。
- エ：発熱量と流量を加算している。

総合解説：気体燃料の熱入力は、同じ基準状態で表された体積流量と体積基準発熱量の積で求める。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0026

燃料 > 気体燃料 | 難易度：標準

問題：気体燃料の空気に対する相対密度が1より小さい場合の説明として正しいものはどれか。

- ア．必ず発熱量が0である
- イ．同じ温度・圧力で空気より密度が小さい
- ウ．空気より重い
- エ．液化できない

答え・解説

正答：イ

- ア：密度と発熱量は別の性質である。
- イ：相対密度は気体密度を空気密度で割った指標である。
- ウ：相対密度1未満なら空気より軽い。
- エ：液化性とは直接同義ではない。

総合解説：漏えい時の拡散挙動やバーナ設計では気体の相対密度が重要となる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0027

燃料 > 気体燃料 | 難易度：標準

問題：ガス燃料のWobbe指数を用いる主な目的として最も適切なものはどれか。

- ア．燃料油の粘度だけを評価する
- イ．石炭の灰融点を評価する
- ウ．同一ノズル・同一供給圧力での熱入力の互換性を評価する
- エ．排ガス中O2濃度だけを求める

答え・解説

正答：ウ

ア：気体燃料の互換性指標である。
イ：固体燃料の灰性状とは無関係である。
ウ：Wobbe指数は概ね発熱量を相対密度の平方根で割った指標で、ガス互換性評価に使われる。
エ：直接の排ガス分析指標ではない。

総合解説：燃料ガス組成が変わると発熱量と密度が変化するため、既存バーナへの適合性評価にWobbe指数が利用される。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0028

燃料 > 気体燃料 | 難易度：標準

問題：同じ体積基準で、燃料ガス中の窒素やCO2などの不活性成分割合が増えた場合の一般的な傾向として最も適切なものはどれか。

- ア．単位体積当たり発熱量が必ず増加する
- イ．不活性成分は火炎に一切影響しない
- ウ．理論空気量が不活性成分だけに比例して増える
- エ．単位体積当たり発熱量が低下し、火炎温度も低下しやすい

答え・解説

正答：エ

ア：不活性成分は燃焼熱を生じない。
イ：希釈・熱容量増加で火炎温度や燃焼速度に影響する。
ウ：必要酸素量は主に可燃成分量で決まる。
エ：可燃成分が希釈されるため熱入力と断熱火炎温度が下がる方向となる。

総合解説：燃料ガスの希釈成分は燃焼安定性やバーナ容量にも影響する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0029 燃料 > 気体燃料 | 難易度：応用

問題：気体燃料が液体燃料より予混合燃焼に適しやすい主な理由として最も適切なものはどれか。

- ア．燃料と空気がともに気相であり、燃焼前に均一に混合しやすい
- イ．気体燃料は酸素を含むため空気が不要だから
- ウ．気体燃料は着火しないから
- エ．液体燃料は気化できないから

答え・解説 正答：ア

ア：液体燃料ではまず微粒化・蒸発が必要となる。
イ：多くの気体燃料でも外部酸素が必要である。
ウ：可燃範囲内で着火する。
エ：液体燃料も噴霧・蒸発して燃焼する。

総合解説：予混合燃焼では混合均一性が高い一方、逆火・吹き消えなどの火災安定性管理が重要となる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0030 燃料 > 気体燃料 | 難易度：応用

問題：同じ体積流量設定のまま、供給ガスの体積基準発熱量が10%低下した。空気量その他を変更しない場合、まず想定すべき影響はどれか。

- ア．燃料熱入力は必ず10%増加する
- イ．燃料熱入力が約10%低下し、空燃比条件も変化する可能性がある
- ウ．熱入力は発熱量と無関係で変化しない
- エ．排ガス組成は燃料組成が変わっても絶対に変化しない

答え・解説 正答：イ

ア：発熱量低下なので逆である。
イ：熱入力 = 体積流量 × 発熱量なので低下し、組成変化に伴い理論空気量も変わり得る。
ウ：同じ体積流量なら発熱量に比例する。
エ：理論空気量や生成物量が変化し得る。

総合解説：燃料ガス品質が変動する設備では、発熱量・Wobbe指数・空燃比制御の適合性を確認する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0031

燃焼の基礎 > 着火・火炎・燃焼反応 | 難易度：基礎

問題：可燃性混合気の着火について最も適切な説明はどれか。

- ア．燃料と空気を混ぜただけで必ず着火する現象である
- イ．燃焼生成物を冷却する現象である
- ウ．反応による発熱が熱損失を上回り、反応が自立的に加速して燃焼へ移行する現象である
- エ．酸素を完全に除去する操作である

答え・解説

正答：ウ

ア：可燃範囲・温度・着火源等の条件が必要である。
イ：着火とは逆の過程である。
ウ：着火は化学反応の発熱と放熱の競合で決まり、一定条件を超えると急速な燃焼へ移行する。
エ：酸素除去では通常燃焼は成立しない。

総合解説：着火性は温度、圧力、混合比、滞留時間、燃料種類などに影響される。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0032

燃焼の基礎 > 着火・火炎・燃焼反応 | 難易度：基礎

問題：着火遅れ時間の説明として最も適切なものはどれか。

- ア．燃焼終了後に冷却するまでの時間である
- イ．燃料供給を停止してから配管が空になる時間である
- ウ．火炎温度を絶対温度へ換算する時間である
- エ．可燃混合気が着火条件に置かれてから、顕著な燃焼開始までに要する時間である

答え・解説

正答：エ

ア：着火前の遅れを表す量ではない。
イ：燃焼化学の着火遅れとは異なる。
ウ：温度換算とは無関係である。
エ：化学反応の誘導期間を含み、温度などに強く依存する。

総合解説：一般に温度が高くなるほど化学反応速度が増し、着火遅れは短くなる傾向がある。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0033

燃焼の基礎 > 着火・火炎・燃焼反応 | 難易度：基礎

問題：予混合火炎と拡散火炎の違いとして最も適切なものはどれか。

- ア．予混合火炎は燃焼前に燃料と酸化剤を混合し、拡散火炎は燃焼域で両者が拡散・混合しながら反応する
- イ．予混合火炎では酸素を使用しない
- ウ．拡散火炎では燃料と空気が完全に予混合されている
- エ．両者に物理的な違いはない

答え・解説

正答：ア

ア：混合が行われる時点が両者の本質的な違いである。
イ：予混合でも酸化剤が必要である。
ウ：それは予混合火炎の特徴である。
エ：火炎構造や安定性、排出特性が異なる。

総合解説：ガスバーナでは予混合型・拡散型・部分予混合型などがあり、用途に応じて使い分ける。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0034

燃焼の基礎 > 着火・火炎・燃焼反応 | 難易度：標準

問題：予混合バーナで、未燃混合気の流出速度が火炎伝播速度より著しく大きくなった場合に起こりやすい現象はどれか。

- ア．逆火
- イ．吹き消え
- ウ．自然凝縮
- エ．灰融着

答え・解説

正答：イ

ア：逆火は火炎伝播速度が流出速度を上回り、火炎が上流へ進入するときに起こりやすい。
イ：混合気流が火炎伝播を上回ると火炎がバーナから離れ、最終的に消滅しやすい。
ウ：火炎安定性とは無関係である。
エ：固体灰の現象であり予混合ガス火炎の直接現象ではない。

総合解説：予混合火炎では逆火と吹き消えの双方を避けるよう流速・混合比・バーナ形状を設計する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0035

燃焼の基礎 > 着火・火炎・燃焼反応 | 難易度：標準

問題：予混合ガスバーナで逆火が起こりやすい条件として最も適切なものはどれか。

- ア．流出速度が極端に高く火炎が保持できないとき
- イ．燃料供給を完全停止した後
- ウ．混合気の流出速度が低下し、火炎伝播速度がそれを上回るとき
- エ．空気だけを流しているとき

答え・解説

正答：ウ

ア：これは吹き消え側の条件である。
イ：可燃混合気がなければ持続的逆火は成立しない。
ウ：火炎がバーナ内部へ上流伝播しやすくなる。
エ：燃料がなければ可燃火炎は形成されない。

総合解説：逆火防止には適正流速、火炎保持構造、混合比管理などが重要である。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0036

燃焼の基礎 > 着火・火炎・燃焼反応 | 難易度：標準

問題：メタンの完全燃焼反応 $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ について、 CH_4 1 kmolの完全燃焼に必要な O_2 は何kmolか。

- ア．0.5 kmol（考え方：係数比を逆に）
- イ．1 kmol（考え方：酸素係数2を反映していない）
- ウ．4 kmol（考え方：2倍換算）
- エ．2 kmol（考え方：反応式の係数より CH_4 1 kmolに対し O_2 2 kmolが必要で）

答え・解説

正答：エ

ア：係数比を逆にしている。
イ：酸素係数2を反映していない。
ウ：必要酸素量を2倍している。
エ：反応式の係数より CH_4 1 kmolに対し O_2 2 kmolが必要である。

総合解説：燃焼計算ではまず化学量論反応式を整え、燃料成分ごとの必要酸素量を求める。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0037 燃焼の基礎 > 着火・火炎・燃焼反応 | 難易度：標準

問題：燃料・酸化剤の初期温度と燃料量が同じ条件で、理論空気量より大幅に多い空気を供給した場合、断熱火炎温度は一般にどうなるか。

- ア．低下する
- イ．必ず上昇する
- ウ．空気量に全く依存しない
- エ．必ず絶対零度になる

答え・解説 正答：ア

ア：余分な空気、とくに窒素等も加熱するため、生成ガスの熱容量が増えて火炎温度が低下する。
イ：過剰空気が多すぎると希釈効果で温度は低下する。
ウ：生成ガス量と熱容量が変わるため依存する。
エ：現実的でない。

総合解説：高すぎる過剰空気は排ガス損失だけでなく火炎温度低下や燃焼安定性にも影響する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0038 燃焼の基礎 > 着火・火炎・燃焼反応 | 難易度：応用

問題：炭化水素燃焼におけるラジカル種の役割として最も適切なものはどれか。

- ア．燃焼反応を完全に停止させる不活性物質だけである
- イ．連鎖反応を進め、反応速度や着火・火炎伝播に大きく関与する
- ウ．燃料中の灰分だけを形成する
- エ．熱伝導率を定義するための記号である

答え・解説 正答：イ

ア：ラジカルは高反応性である。
イ：H、O、OHなどの活性種が多数の素反応を介して燃焼を進行させる。
ウ：灰生成の主要因ではない。
エ：化学反応種であり物性記号ではない。

総合解説：実際の燃焼反応は単一反応ではなく、多数の素反応とラジカル連鎖から構成される。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0039

燃焼の基礎 > 着火・火災・燃焼反応 | 難易度：応用

問題：可燃混合気の火災が非常に狭い隙間を通過しにくくなる主な理由として最も適切なものはどれか。

- ア．隙間が狭いほど必ず酸素濃度が100%になるため
- イ．壁面が燃料を無限に生成するため
- ウ．壁面への熱損失が増え、反応を維持する温度を保てなくなるため
- エ．火炎温度が壁により必ず上昇するため

答え・解説

正答：ウ

ア：そのような関係はない。
イ：通常の壁面では起こらない。
ウ：狭い隙間では表面積/体積比が大きくなり、火炎から壁への熱損失が増える。
エ：熱損失により低下する方向である。

総合解説：消炎距離は火災安全装置やバーナ設計を理解する上で重要な概念である。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0040

燃焼の基礎 > 理論燃焼・空気比の考え方 | 難易度：基礎

問題：理論空気量の説明として最も適切なものはどれか。

- ア．実際に常に供給しなければならない最大空気量である
- イ．排ガス中O₂を必ず21%にする空気量である
- ウ．燃料の発熱量と無関係に常に一定の空気量である
- エ．燃料を完全燃焼させるため化学量論上必要となる最小の空気量である

答え・解説

正答：エ

ア：実際には燃焼方式に応じて過剰空気を加える。
イ：燃焼で酸素が消費されるためそのような定義ではない。
ウ：燃料組成により必要量は変わる。
エ：燃料中の可燃元素をCO₂、H₂O等まで完全酸化するための理論酸素量から求める。

総合解説：理論空気量は燃料組成から計算し、実空気量との比で空気比を定義する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0041

燃焼の基礎 > 理論燃焼・空気比の考え方 | 難易度：基礎

問題：空気比 λ の定義として正しいものはどれか。

- ア． $\lambda = \text{実際空気量} / \text{理論空気量}$
- イ． $\lambda = \text{理論空気量} / \text{実際空気量}$
- ウ． $\lambda = \text{燃料量} / \text{実際空気量}$
- エ． $\lambda = \text{排ガス量} / \text{燃料発熱量}$

答え・解説

正答：ア

ア： $\lambda = 1$ が理論空気、 $\lambda > 1$ が過剰空気、 $\lambda < 1$ が理論量未満を表す。
イ：分子と分母が逆である。
ウ：これは空燃比の逆数に近いが空気比ではない。
エ：空気比の定義ではない。

総合解説：燃焼管理では λ を必要最小限の範囲に保ち、不完全燃焼と過剰排ガス損失の双方を抑える。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0042

燃焼の基礎 > 理論燃焼・空気比の考え方 | 難易度：標準

問題：空気比 $\lambda = 1.20$ で燃焼している。過剰空気率は何%か。

- ア．120%（考え方：空気比そのものを百分率）
- イ．20%（考え方：過剰空気率 $= (\lambda - 1) \times 100 = 20\%$ である）
- ウ．80%（考え方： $1/\lambda$ に基づく値であり定義と異なる）
- エ．1.2%（考え方：百分率換算を誤っている）

答え・解説

正答：イ

ア：空気比そのものを百分率にしている。
イ：過剰空気率 $= (\lambda - 1) \times 100 = 20\%$ である。
ウ： $1/\lambda$ に基づく値であり定義と異なる。
エ：百分率換算を誤っている。

総合解説：空気比1.20は理論空気量より20%多い空気を供給していることを意味する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0043

燃焼の基礎 > 理論燃焼・空気比の考え方 | 難易度：標準

問題：炭素12 kgが完全燃焼してCO₂になるとき、理論上必要なO₂質量は何kgか。反応式C + O₂ → CO₂とする。

- ア．12 kg（考え方：CとO₂の質量は等しくない）
- イ．44 kg（考え方：生成CO₂の質量）
- ウ．32 kg（考え方：12 kgのC 1 kmolに対しO₂ 1 kmol=32 kgが必要である）
- エ．24 kg（考え方：O₂分子量を24と別手順の算定）

答え・解説

正答：ウ

- ア：CとO₂の質量は等しくない。
- イ：これは生成CO₂の質量である。
- ウ：12 kgのC 1 kmolに対しO₂ 1 kmol = 32 kgが必要である。
- エ：O₂分子量を24と誤っている。

総合解説：元素組成から理論酸素量を計算する際は、反応式と分子量を組み合わせる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0044

燃焼の基礎 > 理論燃焼・空気比の考え方 | 難易度：標準

問題：水素2 kgが完全燃焼して水になるとき、必要なO₂質量は何kgか。反応式2H₂ + O₂ → 2H₂Oとする。

- ア．2 kg（考え方：水素と酸素の質量を同じ）
- イ．8 kg（考え方：1/2換算）
- ウ．18 kg（考え方：生成水の質量）
- エ．16 kg（考え方：H₂ 2 kmol=4 kgにO₂ 32 kgが必要なので、H₂ 2 kgに）

答え・解説

正答：エ

- ア：水素と酸素の質量を同じとみなしている。
- イ：必要酸素質量を半分になっている。
- ウ：これは生成水の質量に相当する。
- エ：H₂ 2 kmol = 4 kgにO₂ 32 kgが必要なので、H₂ 2 kgにはO₂ 16 kgが必要である。

総合解説：水素は単位質量当たりの理論酸素要求量が大きく、1 kg-H₂当たり8 kg-O₂が必要である。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0045

燃焼の基礎 > 理論燃焼・空気比の考え方 | 難易度：標準

問題：ある燃料1 kgの完全燃焼に理論上2.32 kgのO₂が必要とする。乾き空気中のO₂質量割合を23.2%と仮定したとき、理論空気量は何kg/kg-fuelか。

- ア．10.0 kg/kg-fuel (考え方：2.32/0.232=10.0 kg-air/kg-fuelである)
- イ．0.538 kg/kg-fuel (考え方：O₂量に0.232を掛けており換算方向が逆)
- ウ．2.32 kg/kg-fuel (考え方：必要酸素量を空気量と同一視)
- エ．23.2 kg/kg-fuel (考え方：百分率23.2をそのまま係数)

答え・解説

正答：ア

- ア：2.32/0.232 = 10.0 kg-air/kg-fuelである。
- イ：O₂量に0.232を掛けており換算方向が逆である。
- ウ：必要酸素量を空気量と同一視している。
- エ：百分率23.2をそのまま係数にしている。

総合解説：理論酸素量から空気量へ換算する際は、空气中酸素の質量または体積割合のどちらを用いるか確認する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0046

燃焼の基礎 > 理論燃焼・空気比の考え方 | 難易度：応用

問題：元素分析で酸素を多く含む燃料について、同じC・H・S量をもつ酸素を含まない燃料と比べた理論外部酸素量の傾向として正しいものはどれか。

- ア．必ず多くなる
- イ．少なくなる
- ウ．全く変わらない
- エ．必ず0になる

答え・解説

正答：イ

- ア：一般的な理論酸素計算では燃料中酸素分を差し引く。
- イ：燃料分子内の酸素が一部の酸化に寄与するため、外部から必要な酸素量は減る。
- ウ：燃料中酸素も酸素収支へ影響する。
- エ：燃料中酸素だけで完全燃焼できるとは限らない。

総合解説：元素分析ベースの理論酸素量では、C・H・Sの酸化に必要な酸素から燃料中O分を差し引く。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0047

燃焼の基礎 > 理論燃焼・空気比の考え方 | 難易度：応用

問題：燃料を理論空気量ちょうどで完全燃焼させ、空気漏れもなく、燃料中に自由酸素がない理想条件を考える。乾き排ガス中の残存O2について最も適切なものはどれか。

- ア．必ず21%になる（考え方：21%は空气中O2の体積割合の代表値であり燃焼後別概念）
- イ．必ず50%になる（考え方：理論的根拠がない）
- ウ．理論上ほぼ0になる（考え方：供給O2が化学量論的に全て燃焼へ消費される理想条件だからである）

エ．燃料種類に関係なく必ず10%残る（考え方：理論空気ちょうどなら残存酸素は理想上0である）

答え・解説

正答：ウ

ア：21%は空气中O2の体積割合の代表値であり燃焼後ではない。
イ：理論的根拠がない。
ウ：供給O2が化学量論的に全て燃焼へ消費される理想条件だからである。
エ：理論空気ちょうどなら残存酸素は理想上0である。

総合解説：実機では混合不均一や安全余裕のため過剰空気を用い、排ガス中にO2が残る。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0048

燃焼の基礎 > バーナ・燃焼方式 | 難易度：基礎

問題：ガス燃料の拡散燃焼バーナについて最も適切な説明はどれか。

- ア．燃料と空気を完全予混合してから必ず燃焼させる
- イ．空気を全く供給せず燃料だけを燃やす
- ウ．液体燃料だけに使われる方式である
- エ．燃料と空気を別々に供給し、燃焼域で混合しながら燃える

答え・解説

正答：エ

ア：これは予混合燃焼の説明である。
イ：酸化剤が必要である。
ウ：ガス燃料でも代表的な方式である。
エ：混合律速の性格が強い燃焼方式である。

総合解説：拡散火炎は逆火しにくい一方、局所高温やすす生成などを考慮する必要がある。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0049 燃焼の基礎 > バーナ・燃焼方式 | 難易度：基礎

問題：予混合ガスバーナの特徴として最も適切なものはどれか。

- ア．燃焼前に燃料と空気を混合するため均一燃焼しやすいが、逆火・吹き消え管理が重要である
- イ．逆火の可能性が原理的に存在しない
- ウ．混合が不要なので空気供給装置は不要である
- エ．火炎速度は運転に影響しない

答え・解説 正答：ア

ア：火炎速度と混合気流速のバランスが火炎保持に重要となる。
イ：予混合系では逆火が重要な安全・安定性課題である。
ウ：燃焼用空気は必要である。
エ：火炎保持へ直接影響する。

総合解説：予混合燃焼は均一性に利点があるが、可燃混合気がバーナ上流にも存在するため火炎安定性対策が必要である。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0050 燃焼の基礎 > バーナ・燃焼方式 | 難易度：標準

問題：圧力噴霧式油バーナの基本原理として最も適切なものはどれか。

- ア．燃料を固体のまま炉内へ落下させる
- イ．燃料油に圧力を与え、ノズルで高速噴出させて液滴へ微粒化する
- ウ．燃料油を一切加圧せず静置する
- エ．燃料と蒸気を必ず化学反応させてから燃やす

答え・解説 正答：イ

ア：液体燃料バーナの方式ではない。
イ：燃料自身の圧力エネルギーを利用して噴霧する。
ウ：圧力噴霧の原理に反する。
エ：圧力噴霧は化学反応ではなく機械的微粒化である。

総合解説：圧力噴霧では燃料粘度、噴射圧力、ノズル状態が噴霧粒径や火炎形状に影響する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0051

燃焼の基礎 > バーナ・燃焼方式 | 難易度：標準

問題：蒸気または圧縮空気を用いる二流体噴霧式油バーナの特徴として最も適切なものはどれか。

- ア．燃料油の圧力だけで微粒化し、噴霧媒体は使用しない
- イ．燃料を気体へ完全改質してからしか使用できない
- ウ．噴霧媒体の高速流で燃料油を微粒化し、比較的広い負荷範囲で良好な噴霧を得やすい
- エ．噴霧媒体量は燃焼性能に一切影響しない

答え・解説

正答：ウ

ア：これは圧力噴霧式に近い。
イ：二流体噴霧の必須条件ではない。
ウ：燃料と別の流体の運動エネルギーを使う。
エ：過不足は微粒化や熱効率へ影響する。

総合解説：蒸気噴霧では蒸気消費もエネルギーコストとなるため、噴霧性能と媒体使用量を適正化する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0052

燃焼の基礎 > バーナ・燃焼方式 | 難易度：標準

問題：バーナに強い旋回流を与える主な効果として最も適切なものはどれか。

- ア．燃料と空気の混合を完全に防止する
- イ．火炎を必ず炉外へ押し出す
- ウ．燃料の発熱量を変化させる
- エ．再循環領域を形成し、高温燃焼ガスを着火源として火炎を安定化しやすい

答え・解説

正答：エ

ア：一般に混合を促進する方向である。
イ：適正旋回は火炎保持に使われる。
ウ：流動操作であり燃料化学発熱量は変わらない。
エ：旋回による内部再循環は混合促進と火炎保持に利用される。

総合解説：旋回強度は火炎長さ、混合、NOx、安定性に影響するため過不足なく設計する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0053 燃焼の基礎 > バーナ・燃焼方式 | 難易度：標準

問題：燃焼用空気を一度に全量供給せず段階的に供給する燃焼方式の代表的な狙いとして最も適切なものはどれか。

- ア．局所的な酸素濃度や火炎温度を制御し、NOx生成を抑制する
- イ．燃料を燃やさずに全量排出する
- ウ．排ガス中酸素を必ず21%にする
- エ．灰分を化学的に燃料へ戻す

答え・解説 正答：ア

ア：一次燃焼域を燃料過濃側にするなどして高温・高酸素条件を緩和できる。
イ：燃焼方式の目的ではない。
ウ：段階燃焼の目的ではない。
エ：そのような作用はない。

総合解説：段階燃焼はNOx低減手法の一つだが、COや未燃分増加を避けるため最終燃焼完結を確保する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0054 燃焼の基礎 > バーナ・燃焼方式 | 難易度：応用

問題：主燃焼域の後段へ追加燃料を供給して還元性領域を形成し、その後さらに空気を加える方式の基本的な狙いはどれか。

- ア．排ガス中NOxを追加燃料の燃焼で必ず増やす
- イ．NOxを還元しつつ最終的に燃焼を完結させる
- ウ．燃料を冷却材としてだけ使い燃焼させない
- エ．空気を完全に排除して永久に未燃状態とする

答え・解説 正答：イ

ア：代表的狙いはNOx低減である。
イ：再燃焼では中間に還元性領域を設け、後段空気で未燃分を酸化する。
ウ：追加燃料は反応へ関与する。
エ：最終段では燃焼完結が必要である。

総合解説：燃料・空気の段階供給では温度、滞留時間、混合の制御が重要となる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0055 燃焼の基礎 > バーナ・燃焼方式 | 難易度：応用

問題：粘度の高い重質油を広い負荷範囲で安定燃焼させるバーナを選定する際、最も重視すべき考え方はどれか。

- ア．燃料粘度を確認せずノズル径だけ最大にする
- イ．最低負荷時の火災安定性は無視する
- ウ．適正な燃料予熱・微粒化性能と、ターンダウン範囲での火災安定性を確認する
- エ．燃料性状に関係なく全バーナの性能は同一とみなす

答え・解説 正答：ウ

ア：噴霧不良や燃焼不良を招く可能性がある。
イ：低負荷時は吹き消えや不完全燃焼が起こり得る。
ウ：重質油では粘度管理と負荷変動時の噴霧・混合性能が重要である。
エ：燃料・方式・負荷条件で適合性が異なる。

総合解説：バーナは燃料種類、粘度、発熱量、負荷変動、炉形状、排出要件を総合して選ぶ。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0056 燃焼管理 > 空燃比・過剰空気の管理 | 難易度：基礎

問題：燃焼設備で過剰空気が必要以上に多い場合の一般的な影響として最も適切なものはどれか。

- ア．排ガス量が必ず減少する
- イ．燃焼効率が条件に関係なく必ず100%になる
- ウ．燃料発熱量そのものが増加する
- エ．排ガス量が増え、排ガス持出し熱損失が増加しやすい

答え・解説 正答：エ

ア：余分な空気を供給するため排ガス量は増える。
イ：過剰空気過多は効率低下要因となる。
ウ：燃料の化学発熱量は空気量で増えない。
エ：余分な空気も炉内で加熱されて排出されるため、熱損失が増える。

総合解説：燃焼管理では完全燃焼を確保しつつ、必要最小限の過剰空気に抑えることが重要である。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0057

燃焼管理 > 空燃比・過剰空気の管理 | 難易度：基礎

問題：燃焼用空気が不足した場合に起こりやすい現象として最も適切なものはどれか。

- ア．COや未燃分が増加し、不完全燃焼となりやすい
- イ．排ガス中O₂が大幅に増加する
- ウ．燃料消費がなくても熱が発生する
- エ．必ず火炎温度が無限大になる

答え・解説

正答：ア

ア：酸素不足により燃料がCO₂やH₂Oまで完全酸化されにくくなる。
イ：空気不足では残存O₂は低下する方向である。
ウ：燃料の化学反応なしに熱は得られない。
エ：現実的でない。

総合解説：空気不足は効率低下だけでなくCO増加やすす発生、火災不安定の原因となる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0058

燃焼管理 > 空燃比・過剰空気の管理 | 難易度：基礎

問題：ある燃料の理論空気量が10 kg-air/kg-fuelで、空気比 $\lambda = 1.15$ で運転している。実際空気量は何kg-air/kg-fuelか。

- ア．8.70 kg-air/kg-fuel (考え方：理論空気量を λ で割っている)
- イ．11.5 kg-air/kg-fuel (考え方：実空気量 = $\lambda \times$ 理論空気量 = $1.15 \times 10 = 11.5$ である)
- ウ．10.0 kg-air/kg-fuel (考え方：空気比1.15を反映していない)
- エ．21.5 kg-air/kg-fuel (考え方：理論空気量と空気比を不適切に加算)

答え・解説

正答：イ

ア：理論空気量を λ で割っている。
イ：実空気量 = $\lambda \times$ 理論空気量 = $1.15 \times 10 = 11.5$ である。
ウ：空気比1.15を反映していない。
エ：理論空気量と空気比を不適切に加算している。

総合解説：空気比を用いると燃料組成ごとの理論空気量から実際供給空気量を求められる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0059

燃焼管理 > 空燃比・過剰空気の管理 | 難易度：標準

問題：理論空気量8.0 kg/kg-fuel、実際空気量9.6 kg/kg-fuelで燃焼している。過剰空気量と空気比の組合せとして正しいものはどれか。

- ア．1.6 kg/kg-fuel、 $\lambda = 0.80$ （考え方：空気比の計算が逆方向の関係）
- イ．9.6 kg/kg-fuel、 $\lambda = 1.20$ （考え方：9.6は実空気量であり過剰分概念）
- ウ．1.6 kg/kg-fuel、 $\lambda = 1.20$ （考え方：過剰空気=9.6-8.0=1.6、 $\lambda = 9.6/8.0 = 1.20$ ）
- エ．8.0 kg/kg-fuel、 $\lambda = 0.20$ （考え方：理論空気量を過剰空気量）

答え・解説

正答：ウ

ア：空気比の計算が逆である。
イ：9.6は実空気量であり過剰分ではない。
ウ：過剰空気=9.6 - 8.0 = 1.6、 $\lambda = 9.6/8.0 = 1.20$ 。
エ：理論空気量を過剰空気量としている。

総合解説：過剰空気『量』と過剰空気『率』、空気比 λ を区別する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0060

燃焼管理 > 空燃比・過剰空気の管理 | 難易度：標準

問題：連続運転するガス燃焼設備で排ガスO₂濃度を用いて空気量を自動補正するO₂トリム制御の主な目的はどれか。

- ア．燃料の発熱量を直接増加させる
- イ．排ガス温度を必ず0℃にする
- ウ．燃焼用空気を常に最大量に固定する
- エ．負荷や燃料性状の変化に対して過剰空気を適正範囲へ保つ

答え・解説

正答：エ

ア：制御で燃料化学発熱量は変えられない。
イ：そのような制御目的ではない。
ウ：適正化とは逆である。
エ：排ガスO₂を燃焼空気過不足の指標として利用する。

総合解説：O₂トリムは有効だが、CO監視や負荷追従性、センサ校正も合わせて確認する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0061

燃焼管理 > 空燃比・過剰空気の管理 | 難易度：標準

問題：負圧運転の炉で、燃焼域より後流側の点検口から外気が漏入した。燃料・バーナ空気量が変わらない場合、漏入箇所以降の排ガスO₂濃度は一般にどうなるか。

- ア．上昇する
- イ．必ず0になる
- ウ．低下する
- エ．燃焼域後流の空気漏入は排ガス分析に影響しない

答え・解説

正答：ア

ア：燃焼に使われていない外気が後流側へ混入し、O₂を追加するためである。
イ：外気にはO₂が含まれるため逆である。
ウ：後流側の空気漏入ならO₂は増加する方向である。
エ：測定位置によってO₂値が見かけ上高くなる。

総合解説：排ガスO₂だけでバーナ空気比を判断する場合、炉体・ダクトへの空気漏入を区別する必要がある。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0062

燃焼管理 > 空燃比・過剰空気の管理 | 難易度：標準

問題：燃焼設備の負荷を急増させるとき、燃料だけが先に大幅増加するのを避ける制御が重要な主な理由はどれか。

- ア．燃料過多にすると排ガスO₂が必ず増えるため
- イ．一時的な空気不足による不完全燃焼を防ぐため
- ウ．空気不足の方が常に効率が高いため
- エ．燃料と空気の動特性は燃焼に無関係だから

答え・解説

正答：イ

ア：燃料過多ではO₂は低下しやすい。
イ：負荷増加時は空気を先行または燃料増加を制限し、危険な燃料過多を避ける。
ウ：不完全燃焼損失が増える。
エ：過渡時の安全・安定燃焼に大きく関係する。

総合解説：クロスリミット制御などでは負荷増加時は空気先行、負荷減少時は燃料先行で安全側に空燃比を保つ考え方が使われる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0063

燃焼管理 > 空燃比・過剰空気の管理 | 難易度：応用

問題：気体燃料の組成が変化して単位体積当たり理論空気量が増加したが、燃料体積流量と空気体積流量を従来のまま固定した。最も起こりやすい変化はどれか。

- ア．必ず過剰空気側へ移行する
- イ．空気比は燃料組成に依存しない
- ウ．実質的に空気不足側へ移行する
- エ．燃料組成変化は燃焼管理に影響しない

答え・解説

正答：ウ

ア：理論必要空気増加に対して実空気量一定なので逆である。
イ：理論空気量が変わるため空気比も変わる。
ウ：同じ燃料体積に必要な理論空気が増えたため、同じ実空気量では空気比が低下する。
エ：発熱量・理論空気量・火炎特性に影響する。

総合解説：燃料ガス品質変動がある設備では燃料流量だけでなく発熱量・理論空気量の補正が重要となる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0064

燃焼管理 > 空燃比・過剰空気の管理 | 難易度：応用

問題：排ガスO₂を徐々に下げる燃焼調整を行ったところ、ある点からCOが急増し始めた。最も適切な運転方針はどれか。

- ア．COが急増してもO₂をさらに0へ近づける
- イ．O₂を常に最大にしてCOだけを無視する
- ウ．O₂とCOは燃焼状態に関係しないため測定をやめる
- エ．COが急増する手前に十分な安全余裕を持たせたO₂管理値を設定する

答え・解説

正答：エ

ア：不完全燃焼損失と安全上の問題を増やす。
イ：排ガス損失が大きくなる可能性がある。
ウ：両者は燃焼調整の重要指標である。
エ：過剰空気を減らし過ぎると混合不均一等により不完全燃焼へ移行するため、実設備では余裕が必要である。

総合解説：最適空気比は設備・燃料・負荷で異なり、O₂、CO、火炎安定性などを総合して設定する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0065

燃焼管理 > 排ガス分析 | 難易度：基礎

問題：燃焼排ガス中のO₂濃度を測定する主な目的として最も適切なものはどれか。

- ア．過剰空気の程度を把握し、燃焼空気量調整の指標とする
- イ．燃料の灰分だけを直接測定する
- ウ．燃料の粘度を直接求める
- エ．蒸気圧を求める

答え・解説

正答：ア

ア：完全燃焼後に残るO₂は過剰空気量と関係する。
イ：O₂分析では灰分は分からない。
ウ：粘度は液体燃料の物性である。
エ：排ガスO₂分析の目的ではない。

総合解説：排ガスO₂は重要な燃焼管理指標だが、空気漏入や測定位置の影響も受ける。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0066

燃焼管理 > 排ガス分析 | 難易度：基礎

問題：排ガス中CO濃度が上昇したとき、最初に疑うべき燃焼状態として最も適切なものはどれか。

- ア．過剰空気が多いだけで完全燃焼が改善した状態
- イ．不完全燃焼や局所的な酸素不足・混合不良
- ウ．燃料が全く供給されていない状態
- エ．排ガス中炭素成分が全てCO₂へ完全酸化された状態

答え・解説

正答：イ

ア：CO上昇は一般に燃焼悪化の兆候である。
イ：COは炭素がCO₂まで酸化されず残った中間生成物である。
ウ：燃料由来COは生成しない。
エ：その場合COは低い。

総合解説：CO上昇時は空気量だけでなく、混合、バーナ状態、火炎温度、滞留時間も確認する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0067

燃焼管理 > 排ガス分析 | 難易度：標準

問題：同一燃料を完全燃焼させ、空気漏れがない条件で、理論空気量から過剰空気を増やしていくと乾き排ガス中CO2濃度は一般にどうなるか。

- ア．必ず上昇する
- イ．常に100%になる
- ウ．低下する
- エ．空気量に関係なく完全に一定である

答え・解説

正答：ウ

ア：過剰空気でCO2が増えるわけではなく希釈される。
イ：空気由来N2等が含まれるためならない。
ウ：生成CO2量はほぼ同じまま、余分な空気由来N2・O2で排ガスが希釈されるためである。
エ：乾き排ガス組成は希釈で変化する。

総合解説：CO2濃度も燃焼状態の目安になるが、燃料組成の影響を強く受ける。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0068

燃焼管理 > 排ガス分析 | 難易度：標準

問題：燃焼排ガス分析で「乾き基準」と表示される値の説明として正しいものはどれか。

- ア．排ガス温度が0 のときだけ測定した値である
- イ．固体粒子だけを分析した値である
- ウ．水蒸気を100%として他成分を除く
- エ．排ガス中の水蒸気を除いたガス成分を基準に濃度を表す

答え・解説

正答：エ

ア：乾き基準は温度そのものの意味ではない。
イ：ガス濃度の基準である。
ウ：乾き基準とは逆である。
エ：水分を除外した残りのガス量に対する各成分割合である。

総合解説：湿り基準と乾き基準では同じガスでも濃度値が異なるため、比較時は基準をそろえる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0069

燃焼管理 > 排ガス分析 | 難易度：標準

問題：湿り排ガス中O₂濃度が6.0 vol%、水蒸気濃度が10 vol%である。その他を含む全湿りガスを100とすると、乾き基準O₂濃度は約何vol%か。

- ア．6.67 vol%（考え方：乾きガス量は90なので、 $6.0/90 \times 100 = 6.67\%$ ）
- イ．5.4 vol%（考え方： 6.0×0.9 としており換算方向が逆）
- ウ．6.0 vol%（考え方：水蒸気除外による基準変更を反映していない）
- エ．16.0 vol%（考え方：O₂と水蒸気濃度を加算）

答え・解説

正答：ア

ア：乾きガス量は90なので、 $6.0/90 \times 100 = 6.67\%$ 。
イ： 6.0×0.9 としており換算方向が逆である。
ウ：水蒸気除外による基準変更を反映していない。
エ：O₂と水蒸気濃度を加算している。

総合解説：乾き換算では水蒸気を除いたガス量を新しい分母にする。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0070

燃焼管理 > 排ガス分析 | 難易度：標準

問題：高温の火炎域で空气中窒素と酸素から生成するthermal NO_xが増えやすい条件として最も適切なものはどれか。

- ア．火炎温度が十分低い条件
- イ．高い火炎温度が長く維持される条件
- ウ．酸素が全く存在しない条件
- エ．燃焼が起きていない常温条件

答え・解説

正答：イ

ア：thermal NO_xは抑えられる方向である。
イ：thermal NO_xは高温ほど生成速度が急増し、高温滞留時間にも影響される。
ウ：酸化反応に必要なO₂がない。
エ：thermal NO_x生成は非常に小さい。

総合解説：NO_x管理では温度、酸素濃度、滞留時間、燃料中窒素などの生成機構を区別する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0071 燃焼管理 > 排ガス分析 | 難易度：応用

問題：同じ燃料使用量・同じ排ガス希釈条件で、燃料中硫黄分が増加した場合の排ガスSO₂濃度の一般的な傾向はどれか。

- ア．低下する
- イ．必ず0になる
- ウ．増加する
- エ．硫黄分とSO₂は無関係である

答え・解説 正答：ウ

ア：一般的傾向と逆である。
イ：硫黄がある限りSO₂生成が見込まれる。
ウ：燃料硫黄の多くが燃焼でSO₂となるため、硫黄投入量増加でSO₂も増える。
エ：直接関係する。

総合解説：SO₂は燃料由来の影響が大きく、燃焼空気調整だけでは根本的に減らせない場合が多い。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0072 燃焼管理 > 排ガス分析 | 難易度：応用

問題：ボイラ出口で排ガスO₂が3%、その下流の煙道出口で6%だった。燃焼状態や燃料は変化していない。この差から最も疑うべき事項はどれか。

- ア．下流区間で燃料が追加燃焼してO₂が増えた
- イ．O₂濃度差は測定位置と無関係なので正常と断定できる
- ウ．煙道内でCO₂が酸素へ自然分解した
- エ．ボイラ出口から煙道出口までの区間への空気漏入

答え・解説 正答：エ

ア：燃料燃焼はO₂を消費する方向である。
イ：空気漏れ・測定誤差を確認すべきである。
ウ：通常運転条件で主要原因とはならない。
エ：下流でO₂だけが增える代表要因は負圧煙道への外気漏れである。

総合解説：燃焼空気の最適化には、バーナ出口だけでなく後流設備・煙道の空気漏れ診断も重要である。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0073

燃焼管理 > 燃焼効率・熱損失・運転管理 | 難易度：基礎

問題：燃焼設備の排ガス持出し熱損失を大きくする代表的な要因の組合せとして最も適切なものはどれか。

- ア．排ガス温度が高いこと、過剰空気が多いこと
- イ．排ガス温度が低く、過剰空気が少ないこと
- ウ．燃料発熱量が一定で排ガス量が0であること
- エ．炉壁断熱を改善すること

答え・解説

正答：ア

ア：高温かつ大量の排ガスを排出すると顕熱損失が増える。
イ：一般には排ガス顕熱損失を小さくする方向である。
ウ：排ガス損失は発生しない理想条件に近い。
エ：放散損失を減らす方向である。

総合解説：排ガス損失低減では過剰空気適正化と排熱回収・伝熱面性能維持が重要となる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0074

燃焼管理 > 燃焼効率・熱損失・運転管理 | 難易度：基礎

問題：排ガス中COや未燃炭化水素が多い場合に生じる損失として最も適切なものはどれか。

- ア．排ガス顕熱損失だけであり化学損失はない
- イ．燃料の化学エネルギーを十分に熱へ変換できない不完全燃焼損失
- ウ．燃料を使わず得られる利得
- エ．熱伝導率低下だけによる損失

答え・解説

正答：イ

ア：CO等による化学的不完全燃焼損失が存在する。
イ：CO等にはまだ酸化可能な化学エネルギーが残っている。
ウ：損失であり利得ではない。
エ：主因は未完結の化学反応である。

総合解説：効率改善では排ガスO₂を減らすだけでなく、CO・未燃分を増やさないことが不可欠である。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0075

燃焼管理 > 燃焼効率・熱損失・運転管理 | 難易度：標準

問題：燃料投入熱量を100%とし、排ガス損失12%、放散損失3%、不完全燃焼損失1%、その他損失2%とする。損失法による効率は何%か。

- ア．18%（考え方：総損失率）
- イ．84%（考え方：その他損失2%を考慮していない）
- ウ．82%（考え方：効率=100-(12+3+1+2)=82%である）
- エ．118%（考え方：損失を加算して効率へ足す）

答え・解説

正答：ウ

ア：これは総損失率である。
イ：その他損失2%を考慮していない。
ウ：効率=100-(12+3+1+2)=82%である。
エ：損失を加算して効率へ足している。

総合解説：損失法では主要損失を個別評価し、100%から差し引いて効率を求める。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0076

燃焼管理 > 燃焼効率・熱損失・運転管理 | 難易度：標準

問題：同じ負荷・空気比で運転しているボイラで、長期間かけて排ガス温度が徐々に上昇した。最初に確認すべき事項として最も適切なものはどれか。

- ア．燃料発熱量が必ず2倍になったと断定する
- イ．排ガス温度上昇は効率改善の確実な証拠である
- ウ．伝熱面状態は排ガス温度に影響しない
- エ．伝熱面の汚れ・スケール等による熱回収性能低下

答え・解説

正答：エ

ア：他の要因を確認せず断定できない。
イ：通常は排ガス損失増加の兆候となる。
ウ：大きく影響する。
エ：伝熱が悪化すると燃焼ガスから水・蒸気側へ移る熱が減り、排ガス温度が上がりやすい。

総合解説：排ガス温度のトレンドは熱交換面の汚れや燃焼状態、空気漏れなどの診断に利用できる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0077

燃焼管理 > 燃焼効率・熱損失・運転管理 | 難易度：標準

問題：排ガス熱を利用して燃焼用空気を予熱する空気予熱器の主な省エネ効果はどれか。

- ア．排ガスとして捨てていた熱を燃焼用空気へ回収し、必要燃料量を減らせる
- イ．燃焼用空気中の酸素濃度を必ず100%にする
- ウ．燃料発熱量自体を化学的に増加させる
- エ．排ガスを必ず0にする

答え・解説

正答：ア

ア：燃焼前の空気エンタルピーを高めることで同じ炉内熱供給に必要な燃料を減らせる。
イ：予熱は酸素濃度を変えない。
ウ：燃料の化学発熱量は変わらない。
エ：排ガスは引き続き発生する。

総合解説：排熱回収では低温腐食、圧力損失、汚れ等も考慮して回収温度を設定する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0078

燃焼管理 > 燃焼効率・熱損失・運転管理 | 難易度：標準

問題：燃焼設備を定格より大幅に低い負荷で長時間運転した場合、一般に効率が低下しやすい理由として最も適切なものはどれか。

- ア．低負荷では必ず排ガス損失が0になるため
- イ．固定的な放散損失の割合が相対的に大きくなり、燃焼・伝熱条件も設計点から外れやすい
- ウ．低負荷なら燃料が燃えずに効率100%になるため
- エ．設備効率は負荷率と完全に無関係である

答え・解説

正答：イ

ア：そのようなことはない。
イ：投入熱量が小さくても炉壁等の損失が同じ割合では減らないためである。
ウ：論理的に矛盾する。
エ：多くの設備で負荷により変化する。

総合解説：複数台設備では台数制御により各設備を高効率負荷帯で運転することが省エネにつながる場合がある。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0079

燃焼管理 > 燃焼効率・熱損失・運転管理 | 難易度：基礎

問題：年間燃料使用量が1000 tの設備で、燃焼調整により同じ生産量で燃料使用量を3%削減できた。年間燃料削減量は何tか。

- ア．3 t（考え方：桁を三つ小さく換算）
- イ．300 t（考え方：割合を三割へ置換）
- ウ．30 t（考え方：百分率を小数へ換算）
- エ．970 t（考え方：改善後残量を採用）

答え・解説

正答：ウ

ア：3%を0.003としている。
イ：3%を30%としている。
ウ： $1000 \times 0.03 = 30$ tである。
エ：これは改善後使用量であり削減量ではない。

総合解説：燃焼改善効果は燃料量、熱量、コスト、CO₂など複数指標で定量化すると管理しやすい。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0080

燃焼管理 > 燃焼効率・熱損失・運転管理 | 難易度：応用

問題：バーナの燃焼が良好でCOがほぼないにもかかわらず、ボイラ全体の効率が低い場合の説明として最も適切なものはどれか。

- ア．COが0なら全ての熱損失も0であり効率は必ず100%である
- イ．ボイラ効率は燃焼状態だけで一意に決まる
- ウ．排ガス温度は設備効率に影響しない
- エ．燃焼完結性が良くても、排ガス温度過高・放散・ブロー等の他損失で総合効率は低下し得る

答え・解説

正答：エ

ア：排ガス顕熱・放散等の損失は残る。
イ：伝熱・放散・運転条件も影響する。
ウ：排ガス顕熱損失に直接関係する。
エ：燃焼効率と設備全体の熱効率は同一ではない。

総合解説：省エネ診断では燃焼管理と同時に、伝熱、排熱回収、保温、ブロー、負荷管理などシステム全体を評価する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0081 環境・安全 > NOx・SOx・ばいじん | 難易度：基礎

問題：燃焼に伴うthermal NOxが増加しやすい条件として最も適切なものはどれか。

- ア．高い火炎温度が維持され、酸素が存在する条件
- イ．火炎温度が十分低く、酸素も少ない条件
- ウ．燃焼が起きていない常温の空気だけの条件
- エ．燃料中の灰分だけが増加した条件

答え・解説 正答：ア

ア：thermal NOxは主に高温域で空気中の窒素と酸素から生成し、高温滞留時間が長いほど増えやすい。
イ：thermal NOxの生成は抑えられる方向である。
ウ：通常のthermal NOx生成はほとんど進まない。
エ：灰分はthermal NOxの直接的な生成要因ではない。

総合解説：NOxにはthermal NOxやfuel NOxなど複数の生成経路があり、対策は生成機構に応じて選ぶ。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0082 環境・安全 > NOx・SOx・ばいじん | 難易度：基礎

問題：fuel NOxの説明として最も適切なものはどれか。

- ア．空气中窒素だけが高温で酸化されて生じるNOxである
- イ．燃料中に含まれる窒素化合物が燃焼過程で酸化されて生成するNOxである
- ウ．燃料中硫黄が酸化されて生じるNOxである
- エ．燃料中炭素が不完全燃焼して生じるNOxである

答え・解説 正答：イ

ア：これはthermal NOxの説明に近い。
イ：石炭や重質油などの燃料中窒素がNOx生成へ寄与する。
ウ：硫黄は主にSOx生成へ関与する。
エ：炭素の不完全燃焼ではCO等が問題となる。

総合解説：燃料窒素を多く含む燃料では、火炎温度低減だけでなく空気段階供給などfuel NOx対策も重要となる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0083 環境・安全 > NOx・SOx・ばいじん | 難易度：標準

問題：燃焼方法の改善によるNOx低減策として最も適切な考え方はどれか。

- ア．火炎温度を可能な限り高くし、酸素濃度も最大にする
- イ．燃焼空気を完全に停止して未燃燃料を排出する
- ウ．局所的な高温・高酸素状態を避けるよう、段階燃焼や排ガス再循環などを適用する
- エ．NOxは燃焼条件に依存しないので燃焼制御は無意味である

答え・解説 正答：ウ

ア：thermal NOxが増加しやすい方向である。
イ：安全・効率上不適切である。
ウ：高温域や酸素濃度を制御することでNOx生成を抑えられる。
エ：温度・酸素・滞留時間等に依存する。

総合解説：NOx低減ではCOや未燃分を増加させないように、燃焼完結性との両立が必要である。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0084 環境・安全 > NOx・SOx・ばいじん | 難易度：標準

問題：燃料使用量と排ガス希釈条件が同じ場合、燃料中硫黄分を低減したときのSOx排出量の一般的な傾向はどれか。

- ア．増加する
- イ．必ず同じである
- ウ．SOxは燃料中炭素だけから生成するため変化しない
- エ．減少する

答え・解説 正答：エ

ア：硫黄投入量低減に対する一般的傾向と逆である。
イ：燃料硫黄分はSOx排出へ大きく影響する。
ウ：SOxの主要起源は硫黄である。
エ：燃料硫黄の多くが燃焼でSO2等へ酸化されるため、硫黄投入量の低減はSOx低減へ直結する。

総合解説：SOx対策には低硫黄燃料の採用、燃料脱硫、排煙脱硫などがある。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0085

環境・安全 > NOx・SOx・ばいじん | 難易度：標準

問題：固体燃料や重質油の燃焼でばいじんが増加する要因として最も適切なものはどれか。

- ア．不完全燃焼によるすすや、燃料中無機分由来の灰粒子が排ガスへ同伴すること
- イ．燃料中の可燃分が完全に気体へ変わり、粒子が一切存在しなくなる事
- ウ．排ガス中の窒素が全て液化すること
- エ．燃焼空気中の酸素が全てCO₂へ変化すること

答え・解説

正答：ア

ア：ばいじんには燃焼生成すすや灰由来粒子などが含まれる。
イ：これはばいじんを増やす説明ではない。
ウ：通常の燃焼排ガス条件では起こらない。
エ：酸素そのものがばいじん粒子になるわけではない。

総合解説：ばいじん対策は燃焼改善と集じん設備の双方から行い、燃料灰分・微粒化・空気混合なども確認する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0086

環境・安全 > NOx・SOx・ばいじん | 難易度：標準

問題：ばいじんや一部の大気汚染物質の濃度評価で標準酸素濃度補正を用いる主な理由はどれか。

- ア．測定濃度を常に0にするため
- イ．過剰な空気で排ガスを希釈して見かけの濃度だけを低くする影響を補正するため
- ウ．燃料発熱量を補正するため
- エ．排ガス温度を絶対温度へ変換するため

答え・解説

正答：イ

ア：補正は実排出を消去する操作ではない。
イ：排ガスO₂濃度を基準に濃度を所定条件へ換算し、希釈の影響を除く。
ウ：主目的は排ガス濃度の希釈補正である。
エ：温度換算とは異なる。

総合解説：環境省のばいじん規制では、施設ごとの標準酸素濃度を用いた補正式が採用されている。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0087

環境・安全 > NOx・SOx・ばいじん | 難易度：応用

問題：標準酸素濃度補正式 $C = (21 - O_n) / (21 - O_s) \times C_s$ を用いる。 $O_n = 6\%$ 、実測O₂濃度 $O_s = 9\%$ 、実測濃度 $C_s = 80 \text{ mg/m}^3 \text{ N}$ のとき、補正濃度Cは何 $\text{mg/m}^3 \text{ N}$ か。

- ア． $64 \text{ mg/m}^3 \text{ N}$ (考え方：補正係数12/15を用いており分子・分母が逆方向の関係)
イ． $80 \text{ mg/m}^3 \text{ N}$ (考え方：酸素濃度差による補正を行っていない)
ウ． $100 \text{ mg/m}^3 \text{ N}$ (考え方： $C = (21 - 6) / (21 - 9) \times 80 = 15 / 12 \times 80 = 100 \text{ mg/m}^3 \text{ N}$)
エ． $120 \text{ mg/m}^3 \text{ N}$ (考え方：21-O_sを10とするなど計算が別手順の算定)

答え・解説

正答：ウ

ア：補正係数12/15を用いており分子・分母が逆である。
イ：酸素濃度差による補正を行っていない。
ウ： $C = (21 - 6) / (21 - 9) \times 80 = 15 / 12 \times 80 = 100 \text{ mg/m}^3 \text{ N}$ である。
エ：21 - O_sを10とするなど計算が誤っている。

総合解説：実測O₂が標準O₂より高い場合は排ガスがより希釈されているため、標準条件へ補正すると濃度は高くなる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0088

環境・安全 > CO・CO₂・不完全燃焼 | 難易度：基礎

問題：燃焼排ガス中のCO濃度が高くなる代表的な原因として最も適切なものはどれか。

- ア．燃焼用空気が十分で混合も良好な状態だけ
イ．燃料が全く供給されていない状態
ウ．燃焼ガスが十分な高温と滞留時間を持つ状態
エ．局所的な酸素不足、混合不良、低温化などでCOからCO₂への酸化が完結しないこと

答え・解説

正答：エ

ア：通常はCOが低下する方向である。
イ：燃料炭素由来のCOは生成しない。
ウ：CO酸化が進みやすい。
エ：完全燃焼へ至らない条件でCOが残留しやすい。

総合解説：CO管理では空気量だけでなく、混合、温度、滞留時間、バーナ状態を総合して確認する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0089

環境・安全 > CO・CO₂・不完全燃焼 | 難易度：基礎

問題：炭素を含む燃料が十分な酸素のもとで完全燃焼したとき、炭素の主要な最終酸化生成物はどれか。

- ア．CO₂（考え方：完全燃焼では炭素は主に二酸化炭素まで酸化される）
- イ．CO（考え方：COは不完全燃焼時に増えやすい中間的な酸化生成物である）
- ウ．Cのみ（考え方：未燃炭素が残る状態は完全燃焼別概念）
- エ．H₂（考え方：炭素の酸化生成物別概念）

答え・解説

正答：ア

ア：完全燃焼では炭素は主に二酸化炭素まで酸化される。
イ：COは不完全燃焼時に増えやすい中間的な酸化生成物である。
ウ：未燃炭素が残る状態は完全燃焼ではない。
エ：炭素の酸化生成物ではない。

総合解説：燃焼の完結性はCO、未燃炭素、すす等の有無から評価できる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0090

環境・安全 > CO・CO₂・不完全燃焼 | 難易度：標準

問題：純炭素12 kgを完全燃焼させたとき生成するCO₂質量は何kgか。反応式C + O₂ → CO₂とする。

- ア．12 kg（考え方：炭素質量だけで酸素質量を含めていない）
- イ．44 kg（考え方：C 12 kg = 1 kmolからCO₂ 1 kmol = 44 kgが生成する）
- ウ．32 kg（考え方：必要O₂質量）
- エ．56 kg（考え方：12 + 44として二重計上している）

答え・解説

正答：イ

ア：炭素質量だけで酸素質量を含めていない。
イ：C 12 kg = 1 kmolからCO₂ 1 kmol = 44 kgが生成する。
ウ：これは必要O₂質量である。
エ：12 + 44として二重計上している。

総合解説：CO₂質量は燃料中炭素質量に44/12を掛けて求められる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0091 環境・安全 > CO・CO₂・不完全燃焼 | 難易度：標準

問題：排ガス中にCOが残っていることが燃焼損失となる主な理由はどれか。

- ア．COはCO₂より酸化が進んだ最終生成物だから
- イ．COは燃焼に関係しない不活性ガスだから
- ウ．COをCO₂まで酸化すればさらに熱を得られるため、化学エネルギーが未回収で残っている
- エ．COが存在すると排ガス質量が0になるから

答え・解説 正答：ウ

- ア：酸化状態は逆である。
- イ：COは可燃性で酸化可能である。
- ウ：COは完全酸化されていないため燃料の化学エネルギーの一部を保持する。
- エ：そのような関係はない。

総合解説：不完全燃焼損失はCOや未燃炭化水素、未燃炭素などに残る化学エネルギーとして評価できる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0092 環境・安全 > CO・CO₂・不完全燃焼 | 難易度：標準

問題：一酸化炭素56 kgを完全にCO₂へ酸化するために必要なO₂質量は何kgか。反応式 $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$ とする。

- ア．16 kg（考え方：1/2換算）
- イ．56 kg（考え方：COとO₂の質量が等しいわけ別概念）
- ウ．88 kg（考え方：生成CO₂質量と混同している）
- エ．32 kg（考え方：CO 56 kg=2 kmolに対しO₂ 1 kmol=32 kgが必要であ）

答え・解説 正答：エ

- ア：必要O₂を半分になっている。
- イ：COとO₂の質量が等しいわけではない。
- ウ：生成CO₂質量と混同している。
- エ：CO 56 kg = 2 kmolに対しO₂ 1 kmol = 32 kgが必要である。

総合解説：COの後燃焼では2 mol-COに対し1 mol-O₂が必要である。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0093 環境・安全 > CO・CO₂・不完全燃焼 | 難易度：応用

問題：排ガス中CO₂濃度が高いという情報だけから燃焼が完全かどうかを判断する際、最も適切な考え方はどれか。

- ア．COやO₂、すす等も確認し、CO₂濃度だけで完全燃焼と断定しない
- イ．CO₂が高ければCOは絶対に0と断定できる
- ウ．CO₂濃度は燃料組成や空気比に一切依存しない
- エ．CO₂が検出されれば燃料は必ず水素だけである

答え・解説 正答：ア

ア：CO₂は空気比や燃料組成にも左右され、局所不完全燃焼が共存する場合もある。
イ：局所混合不良等でCOが存在することはある。
ウ：どちらにも影響される。
エ：炭素燃料の燃焼生成物である。

総合解説：排ガス診断はO₂、CO、CO₂、温度、負荷等を組み合わせると精度が高まる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0094 環境・安全 > CO・CO₂・不完全燃焼 | 難易度：応用

問題：純炭素12 kgを燃焼させたところ、炭素原子数基準で80%がCO₂、20%がCOになった。生成するCO₂とCOの物質量の組合せとして正しいものはどれか。

- ア．CO₂ 1.0 kmol、CO 0.2 kmol（考え方：炭素合計が1.2 kmolとなり炭素保存に反する）
- イ．CO₂ 0.8 kmol、CO 0.2 kmol（考え方：炭素12 kgは1 kmol-Cなので、炭素収支から各生成物へ0.8）
- ウ．CO₂ 0.8 kmol、CO 1.0 kmol（考え方：炭素合計が1.8 kmolとなる）
- エ．CO₂ 0.2 kmol、CO 0.8 kmol（考え方：80%と20%を逆）

答え・解説 正答：イ

ア：炭素合計が1.2 kmolとなり炭素保存に反する。
イ：炭素12 kgは1 kmol-Cなので、炭素収支から各生成物へ0.8 kmolと0.2 kmolに分配される。
ウ：炭素合計が1.8 kmolとなる。
エ：80%と20%を逆にしている。

総合解説：不完全燃焼計算では、まず燃料中元素の原子収支を守ってCO₂・CO等へ配分する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0095

環境・安全 > 燃焼安全・爆発防止 | 難易度：基礎

問題：一般的な燃焼の3要素の組合せとして正しいものはどれか。

- ア．可燃物・水・窒素
- イ．酸素・灰・水蒸気
- ウ．可燃物・酸素供給源・着火源
- エ．着火源・二酸化炭素・灰

答え・解説

正答：ウ

- ア：酸素供給源と着火源が欠けている。
- イ：可燃物と着火源がない。
- ウ：この3要素がそろって燃焼が成立し得る。
- エ：可燃物と酸素供給源がない。

総合解説：爆発防止の基本は、原則として燃焼3要素のいずれかを成立させないことである。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0096

環境・安全 > 燃焼安全・爆発防止 | 難易度：基礎

問題：可燃性ガスの爆発下限LELと爆発上限UELの説明として最も適切なものはどれか。

- ア．LELより低いほど必ず爆発力が最大になる
- イ．UELより高い混合気は酸素を追加しても絶対に爆発しない
- ウ．LELとUELは燃料濃度と無関係な温度単位である
- エ．LELとUELの間の濃度範囲で、適切な着火源があれば燃焼・爆発が伝播し得る

答え・解説

正答：エ

- ア：薄すぎる混合気は通常燃焼範囲外である。
- イ：希釈や空気混合で爆発範囲へ入る可能性がある。
- ウ：濃度範囲を示す指標である。
- エ：薄すぎても濃すぎても通常は火炎伝播できない。

総合解説：漏えいガスは拡散・換気によって濃度が変化し、途中で爆発範囲を通過する可能性がある。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0097

環境・安全 > 燃焼安全・爆発防止 | 難易度：標準

問題：炉やボイラの点火前に所定量の空気で炉内をパージする主な目的はどれか。

- ア．炉内に残留した可燃性ガスを排出・希釈し、点火時の爆発を防ぐ
- イ．炉内酸素を完全に0にしてそのまま点火する
- ウ．燃料を炉内へ大量に蓄積して着火しやすくする
- エ．排ガス温度を必ず1000 以上にする

答え・解説

正答：ア

ア：未燃ガスが爆発範囲にある状態で点火する危険を低減する。
イ：通常の燃焼には酸素が必要であり目的と異なる。
ウ：爆発危険を増大させる。
エ：パージの目的ではない。

総合解説：点火シーケンスではパージ、点火、火災確認、燃料主弁開放などの順序とインターロックが重要である。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0098

環境・安全 > 燃焼安全・爆発防止 | 難易度：標準

問題：運転中のバーナで火災検出器が失火を検知した。安全上最も適切な動作はどれか。

- ア．燃料供給を増やして自然再着火を待つ
- イ．燃料を速やかに遮断し、未燃燃料の炉内蓄積を防ぐ
- ウ．火災検出を無視して通常運転を継続する
- エ．燃焼空気を停止して燃料だけ供給する

答え・解説

正答：イ

ア：未燃燃料蓄積を増やし危険である。
イ：失火後も燃料を送り続けると可燃混合気が蓄積し、再着火時に爆発する危険がある。
ウ：安全インターロックの意味が失われる。
エ：可燃ガス蓄積を助長する。

総合解説：火災監視と燃料遮断は燃焼安全システムの中心的機能である。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0099

環境・安全 > 燃焼安全・爆発防止 | 難易度：標準

問題：可燃性粉じんの爆発危険を低減する対策として最も適切なものはどれか。

- ア．粉じんをできるだけ空中へ舞い上げる
- イ．静電気対策を行わず火花を積極的に発生させる
- ウ．粉じん堆積・浮遊を抑え、着火源管理と必要な集じん・換気を行う
- エ．堆積粉じんは燃焼に関係しないので清掃しない

答え・解説

正答：ウ

ア：爆発性混合物を形成しやすくする。
イ：着火源を増やし危険である。
ウ：可燃粉じんが適切な濃度で分散し着火源があると爆発的燃焼が起こり得る。
エ：二次爆発の燃料源になる可能性がある。

総合解説：粉じん爆発防止では粉じん濃度管理、清掃、接地・静電気対策、着火源排除などを組み合わせる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0100

環境・安全 > 燃焼安全・爆発防止 | 難易度：応用

問題：空気がほとんどない容器内に高濃度の可燃性ガスがある。このガスを空気で直接希釈して排出する作業について最も注意すべき点はどれか。

- ア．初期濃度がUELより高ければ、空気を混ぜても永久に安全である
- イ．可燃性ガスは濃いほど酸素を自ら生成するので安全である
- ウ．爆発範囲は濃度変化に関係しない
- エ．希釈途中で混合気が爆発範囲を通過する可能性があるため、適切な不活性化・置換手順を検討する

答え・解説

正答：エ

ア：希釈で爆発範囲へ入る可能性がある。
イ：そのような性質はない。
ウ：可燃性ガス濃度そのものが重要な条件である。
エ：濃すぎて燃えない状態から空気を加えると、途中でUEL以下へ入り可燃範囲になることがある。

総合解説：設備停止・開放時の置換では、空気との直接混合を避けるため不活性ガスを介したパージが用いられる場合がある。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0101 燃焼計算 > 理論酸素量・理論空気量 | 難易度：基礎

問題：メタンCH₄ 1 kmolを完全燃焼させるための理論O₂量は何kmolか。

- ア．2.0 kmol（考え方：CH₄+2O₂→CO₂+2H₂Oより、CH₄ 1 kmolにO₂ 2）
- イ．0.5 kmol（考え方：反応係数比を逆に）
- ウ．1.0 kmol（考え方：O₂係数2を反映していない）
- エ．4.0 kmol（考え方：2倍換算）

答え・解説 正答：ア

ア：CH₄ + 2O₂ → CO₂ + 2H₂Oより、CH₄ 1 kmolにO₂ 2 kmolが必要である。
イ：反応係数比を逆にしている。
ウ：O₂係数2を反映していない。
エ：必要量を2倍している。

総合解説：炭化水素の理論酸素量は反応式を元素収支で整えて求める。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0102 燃焼計算 > 理論酸素量・理論空気量 | 難易度：基礎

問題：エタンの完全燃焼反応を C₂H₆ + aO₂ → 2CO₂ + 3H₂O と表す。係数aとして正しい値はどれか。

- ア．2.0（考え方：炭素分に必要な酸素だけを考えている）
- イ．3.5（考え方：炭素2原子に2O₂、水素6原子に1.5O₂が必要なので、合計a=3.5である）
- ウ．3.0（考え方：水素分の酸化に必要な酸素を0.5不足させている）
- エ．7.0（考え方：した2C₂H₆+7O₂...の係数を、燃料1 kmolに換算していない）

答え・解説 正答：イ

ア：炭素分に必要な酸素だけを考えている。
イ：炭素2原子に2O₂、水素6原子に1.5O₂が必要なので、合計a = 3.5である。
ウ：水素分の酸化に必要な酸素を0.5不足させている。
エ：反応式を整数化した2C₂H₆ + 7O₂...の係数を、燃料1 kmolに換算していない。

総合解説：反応式を元素収支で整えると、エタン1 kmol当たりO₂は3.5 kmol必要になる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0103

燃焼計算 > 理論酸素量・理論空気量 | 難易度：基礎

問題：プロパンC₃H₈を2.0 kmol完全燃焼させる。必要となる理論O₂量は何kmolか。

- ア．5.0 kmol（考え方：プロパン1 kmol当たりの必要量）
イ．6.0 kmol（考え方：炭素分の必要酸素だけに近く、水素分を十分反映していない）
ウ．10.0 kmol（考え方：C₃H₈ 1 kmol当たりO₂ 5 kmolなので、2.0 kmo）
エ．16.0 kmol（考え方：水素原子数をそのままO₂量へ対応させている）

答え・解説

正答：ウ

ア：これはプロパン1 kmol当たりの必要量である。
イ：炭素分の必要酸素だけに近く、水素分を十分反映していない。
ウ：C₃H₈ 1 kmol当たりO₂ 5 kmolなので、2.0 kmolでは10.0 kmol必要である。
エ：水素原子数をそのままO₂量へ対応させている。

総合解説：C₃H₈ + 5O₂ → 3CO₂ + 4H₂Oを基準に、燃料量へ比例させて理論酸素量を求める。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0104

燃焼計算 > 理論酸素量・理論空気量 | 難易度：基礎

問題：水素H₂ 1 kmolを完全燃焼させるための理論O₂量は何kmolか。

- ア．1.0 kmol（考え方：O₂を1 kmol必要とすると酸素原子数が過剰になる）
イ．2.0 kmol（考え方：反応係数を過大）
ウ．0.25 kmol（考え方：必要酸素原子数が不足する）
エ．0.5 kmol（考え方：H₂+0.5O₂→H₂Oより0.5 kmolである）

答え・解説

正答：エ

ア：O₂を1 kmol必要とすると酸素原子数が過剰になる。
イ：反応係数を過大にしている。
ウ：必要酸素原子数が不足する。
エ：H₂ + 0.5O₂ → H₂Oより0.5 kmolである。

総合解説：水素2 molに対して酸素1 molが必要なので、H₂ 1 mol当たりO₂ 0.5 molとなる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0105

燃焼計算 > 理論酸素量・理論空気量 | 難易度：基礎

問題：CO 1 kmolをCO₂まで完全酸化するための理論O₂量は何kmolか。

- ア．0.5 kmol（考え方：CO+0.5O₂→CO₂より0.5 kmolである）
イ．1.0 kmol（考え方：O₂を1 kmol用いると酸素が過剰である）
ウ．2.0 kmol（考え方：4倍換算）
エ．0 kmol（考え方：COはまだ酸化可能でありO₂が必要である）

答え・解説

正答：ア

ア：CO + 0.5O₂ → CO₂より0.5 kmolである。
イ：O₂を1 kmol用いると酸素が過剰である。
ウ：反応係数を4倍している。
エ：COはまだ酸化可能でありO₂が必要である。

総合解説：COは不完全燃焼生成物でもあるが、燃料成分として存在する場合は酸化にO₂を必要とする。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0106

燃焼計算 > 理論酸素量・理論空気量 | 難易度：標準

問題：硫黄32 kgをSO₂まで完全燃焼させるためのO₂質量は何kgか。

- ア．16 kg（考え方：O₂を0.5 kmolと別手順の算定）
イ．32 kg（考え方：S+O₂→SO₂で、32 kg-S 1 kmolに32 kg-O₂）
ウ．64 kg（考え方：O₂を2 kmol必要とする計算になっている）
エ．80 kg（考え方：生成SO₂質量と酸素量を混同している）

答え・解説

正答：イ

ア：O₂を0.5 kmolと誤っている。
イ：S + O₂ → SO₂で、32 kg-S 1 kmolに32 kg-O₂ 1 kmolが必要である。
ウ：O₂を2 kmol必要とする計算になっている。
エ：生成SO₂質量と酸素量を混同している。

総合解説：硫黄1 kg当たり理論O₂量は1 kgである。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0107

燃焼計算 > 理論酸素量・理論空気量 | 難易度：標準

問題：空気中O₂を21 mol%とする。CH₄ 1 kmolの完全燃焼に必要な理論空気量は約何kmolか。

- ア．2.00 kmol（考え方：必要O₂量を空気量と同一視）
イ．4.76 kmol（考え方：O₂ 1 kmol分の空気量に相当する）
ウ．9.52 kmol（考え方：必要O₂ 2 kmolを0.21で割り、2/0.21 = 9.52 km）
エ．42.0 kmol（考え方：21%を0.21でなく0.021として扱うなど桁を別手順の算定）

答え・解説

正答：ウ

- ア：必要O₂量を空気量と同一視している。
イ：O₂ 1 kmol分の空気量に相当する。
ウ：必要O₂ 2 kmolを0.21で割り、2/0.21 = 9.52 kmol-airとなる。
エ：21%を0.21でなく0.021として扱うなど桁を誤っている。

総合解説：モル・体積基準の乾き空気ではO₂約21%を用いて理論空気量へ換算できる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0108

燃焼計算 > 理論酸素量・理論空気量 | 難易度：標準

問題：純炭素1.0 kgをCO₂まで完全燃焼させるための理論O₂量は約何kgか。

- ア．1.00 kg（考え方：炭素質量と必要酸素質量は等しくない）
イ．3.67 kg（考え方：生成CO₂の質量比44/12と混同している）
ウ．8.00 kg（考え方：水素1 kg当たりの理論O₂量）
エ．2.67 kg（考え方：C+O₂→CO₂より質量比32/12=2.667 kg-O₂/kg-Cである）

答え・解説

正答：エ

- ア：炭素質量と必要酸素質量は等しくない。
イ：生成CO₂の質量比44/12と混同している。
ウ：これは水素1 kg当たりの理論O₂量である。
エ：C+O₂→CO₂より質量比32/12 = 2.667 kg-O₂/kg-Cである。

総合解説：元素分析からの燃焼計算ではC 1 kg当たり8/3 kg-O₂を用いる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0109 燃焼計算 > 理論酸素量・理論空気量 | 難易度：標準

問題：水素1.0 kgを完全燃焼させるための理論O₂量は何kgか。

- ア．8.0 kg（考え方：2H₂+O₂→2H₂Oより、H₂ 4 kgにO₂ 32 kg、したが）
イ．1.0 kg（考え方：質量比を無視）
ウ．4.0 kg（考え方：1/2換算）
エ．9.0 kg（考え方：生成水量9 kg/kg-H₂と混同している）

答え・解説 正答：ア

ア：2H₂+O₂→2H₂Oより、H₂ 4 kgにO₂ 32 kg、したがって1 kg-H₂に8 kg-O₂が必要である。
イ：質量比を無視している。
ウ：必要量を半分になっている。
エ：生成水量9 kg/kg-H₂と混同している。

総合解説：水素の酸化では単位質量当たりの酸素要求量が大い。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0110 燃焼計算 > 理論酸素量・理論空気量 | 難易度：標準

問題：燃料1 kg中にC = 0.80 kg、H = 0.10 kg、O = 0.10 kgを含み、Sは無視できる。理論O₂量を2.667C + 8H - O で求めると約何kg-O₂/kg-fuelか。

- ア．2.13 kg-O₂/kg-fuel（考え方：水素分の必要酸素を十分に加えていない）
イ．2.83 kg-O₂/kg-fuel（考え方：2.667×0.80+8×0.10-0.10=2.8336である）
ウ．3.03 kg-O₂/kg-fuel（考え方：燃料中Oを差し引かず加算）
エ．8.80 kg-O₂/kg-fuel（考え方：C・Hの係数と質量分率の扱いを別手順の算定）

答え・解説 正答：イ

ア：水素分の必要酸素を十分に加えていない。
イ：2.667×0.80+8×0.10-0.10=2.8336である。
ウ：燃料中Oを差し引かず加算している。
エ：C・Hの係数と質量分率の扱いを誤っている。

総合解説：燃料中に酸素が含まれる場合は、外部から必要な酸素量から燃料中O分を差し引く。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0111

燃焼計算 > 理論酸素量・理論空気量 | 難易度：標準

問題：燃料1 kg中にC = 0.75 kg、H = 0.08 kg、S = 0.02 kg、O = 0.10 kgを含む。理論O₂量を $2.667C + 8H + S - O$ で求めると約何kg/kg-fuelか。

- ア . 2.44 kg/kg-fuel (考え方：硫黄分や燃料中酸素の扱いを別手順の算定)
イ . 2.76 kg/kg-fuel (考え方：燃料中Oを差し引かず加算している値に近い)
ウ . 2.56 kg/kg-fuel (考え方： $2.667 \times 0.75 + 8 \times 0.08 + 0.02 - 0.10 = 2.56025$ である)
エ . 3.56 kg/kg-fuel (考え方：各成分を単純加算)

答え・解説

正答：ウ

ア：硫黄分や燃料中酸素の扱いを誤っている。
イ：燃料中Oを差し引かず加算している値に近い。
ウ： $2.667 \times 0.75 + 8 \times 0.08 + 0.02 - 0.10 = 2.56025$ である。
エ：各成分を単純加算している。

総合解説：質量基準の元素燃焼計算ではC、H、Sの酸化要求量を加え、燃料中Oを差し引く。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0112

燃焼計算 > 理論酸素量・理論空気量 | 難易度：標準

問題：理論O₂量が2.32 kg-O₂/kg-fuelである。乾き空気中のO₂質量割合を23.2%とすると、理論空気量は何kg-air/kg-fuelか。

- ア . 0.538 kg-air/kg-fuel (考え方： 2.32×0.232)
イ . 2.32 kg-air/kg-fuel (考え方：O₂量を空気量と同一視)
ウ . 23.2 kg-air/kg-fuel (考え方：23.2%をそのまま掛けている)
エ . 10.0 kg-air/kg-fuel (考え方： $2.32 / 0.232 = 10.0$ である)

答え・解説

正答：エ

ア： 2.32×0.232 としている。
イ：O₂量を空気量と同一視している。
ウ：23.2%をそのまま掛けている。
エ： $2.32 / 0.232 = 10.0$ である。

総合解説：質量基準で空気量へ換算する場合は空气中酸素の質量割合を用いる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0113 燃焼計算 > 理論酸素量・理論空気量 | 難易度：標準

問題：燃料ガス1 kmolがCH₄ 80 mol%、C₂H₆ 20 mol%からなる。完全燃焼に必要な理論O₂量は何kmolか。

- ア．2.30 kmol（考え方： $0.80 \times 2.0 + 0.20 \times 3.5 = 1.60 + 0.70 = 2.30$ kmolで）
イ．2.75 kmol（考え方：各成分の必要O₂を単純平均している）
ウ．1.80 kmol（考え方：エタンの水素分を十分に考慮していない）
エ．5.50 kmol（考え方：CH₄とC₂H₆の必要O₂を加算し、組成比を反映していない）

答え・解説 正答：ア

ア： $0.80 \times 2.0 + 0.20 \times 3.5 = 1.60 + 0.70 = 2.30$ kmolである。
イ：各成分の必要O₂を単純平均している。
ウ：エタンの水素分を十分に考慮していない。
エ：CH₄とC₂H₆の必要O₂を加算し、組成比を反映していない。

総合解説：混合燃料では各成分のモル数に対応する理論O₂量を求めて合算する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0114 燃焼計算 > 理論酸素量・理論空気量 | 難易度：標準

問題：燃料ガス1 kmolがH₂ 50 mol%、CO 30 mol%、CH₄ 20 mol%からなる。理論O₂量は何kmolか。

- ア．0.50 kmol（考え方：CH₄分等を十分に反映していない）
イ．0.80 kmol（考え方：H₂: $0.5 \times 0.5 = 0.25$ 、CO: $0.3 \times 0.5 = 0.15$ 、CH₄:0.）
ウ．1.00 kmol（考え方：各成分の必要量を過大に見積もっている）
エ．1.60 kmol（考え方：2倍換算）

答え・解説 正答：イ

ア：CH₄分等を十分に反映していない。
イ：H₂: $0.5 \times 0.5 = 0.25$ 、CO: $0.3 \times 0.5 = 0.15$ 、CH₄: $0.2 \times 2 = 0.40$ 、合計0.80 kmol。
ウ：各成分の必要量を過大に見積もっている。
エ：合計必要O₂を2倍している。

総合解説：H₂、CO、炭化水素が混在する副生ガスでも、成分ごとの化学量論量を加算すればよい。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0115 燃焼計算 > 理論酸素量・理論空気量 | 難易度：応用

問題：ある燃料の理論O₂量が3.0 kmolである。酸化剤中O₂濃度が30 mol%の酸素富化空気を用いる場合、理論酸化剤量は何kmolか。

- ア．9.0 kmol（考え方：O₂量と濃度を掛けている）
- イ．3.3 kmol（考え方：3倍換算）
- ウ．10.0 kmol（考え方： $3.0/0.30=10.0$ kmolである）
- エ．30 kmol（考え方：0.30ではなく0.10で割るような計算になっている）

答え・解説 正答：ウ

ア：O₂量と濃度を掛けている。
イ：濃度30%を3倍程度と誤解している。
ウ： $3.0/0.30 = 10.0$ kmolである。
エ：0.30ではなく0.10で割るような計算になっている。

総合解説：酸素富化では同じO₂量を供給するための総ガス量が通常空気より少なくなる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0116 燃焼計算 > 理論酸素量・理論空気量 | 難易度：応用

問題：2種類の燃料はC = 0.60 kg/kg、H = 0.10 kg/kgが同じで、燃料AはO = 0、燃料BはO = 0.20 kg/kgを含む。Sは無視する。Bの理論O₂量はAより何kg/kg少ないか。

- ア．0.10 kg/kg少ない（考え方：1/2換算）
- イ．0.20 kg/kg多い（考え方：燃料中Oは外部必要酸素を減らす方向である）
- ウ．1.60 kg/kg少ない（考え方：水素分の酸素要求量と混同している）
- エ．0.20 kg/kg少ない（考え方：式 $2.667C+8H-O$ より、燃料中O 0.20 kg分だけ外部O₂）

答え・解説 正答：エ

ア：燃料中Oの半分しか反映していない。
イ：燃料中Oは外部必要酸素を減らす方向である。
ウ：水素分の酸素要求量と混同している。
エ：式 $2.667C+8H-O$ より、燃料中O 0.20 kg分だけ外部O₂要求量が減る。

総合解説：含酸素燃料では燃料自身が酸素を含むため、同じC・H量なら外部理論O₂量は小さくなる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0117

燃焼計算 > 理論酸素量・理論空気量 | 難易度：応用

問題：燃料Aの理論空気量が10 kg/kg、燃料Bが14 kg/kgである。質量比A:B = 3:1で混合した燃料1 kg当たりの理論空気量は何kg/kgか。

- ア．11 kg/kg（考え方： $0.75 \times 10 + 0.25 \times 14 = 7.5 + 3.5 = 11$ kg/kgである）
イ．12 kg/kg（考え方：単純平均しており混合比3:1を反映していない）
ウ．24 kg/kg（考え方：両燃料の理論空気量を単純加算）
エ．9 kg/kg（考え方：高空気量側Bの寄与を過小評価している）

答え・解説

正答：ア

ア： $0.75 \times 10 + 0.25 \times 14 = 7.5 + 3.5 = 11$ kg/kgである。
イ：単純平均しており混合比3:1を反映していない。
ウ：両燃料の理論空気量を単純加算している。
エ：高空気量側Bの寄与を過小評価している。

総合解説：混合燃料の単位質量当たり理論空気量は、各燃料の質量分率で加重平均できる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0118

燃焼計算 > 理論酸素量・理論空気量 | 難易度：応用

問題：燃料を500 kg/hで燃焼し、その理論空気量が12 kg-air/kg-fuelである。理論空気質量流量は何kg/hか。

- ア．41.7 kg/h（考え方：燃料流量を理論空気量で割っている）
イ．6000 kg/h（考え方： $500 \times 12 = 6000$ kg/hである）
ウ．512 kg/h（考え方：異なる次元の値を加算）
エ．12000 kg/h（考え方：燃料流量を1000 kg/hとして扱うなど過大で）

答え・解説

正答：イ

ア：燃料流量を理論空気量で割っている。
イ： $500 \times 12 = 6000$ kg/hである。
ウ：異なる次元の値を加算している。
エ：燃料流量を1000 kg/hとして扱うなど過大である。

総合解説：実空気流量を求める場合は、理論空気流量へさらに空気比 λ を掛ける。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0119 燃焼計算 > 排ガス組成・空気比計算 | 難易度：基礎

問題：理論空気量が10 kg/kg-fuel、実際空気量が12 kg/kg-fuelである。空気比 λ はいくらか。

- ア．0.83（考え方：理論空気量/実空気量として比を逆に）
- イ．2.0（考え方：実空気量と理論空気量の差を不適切に用いている）
- ウ．1.20（考え方： $\lambda = \text{実空気量} / \text{理論空気量} = 12 / 10 = 1.20$ である）
- エ．2.2（考え方：両空気量を加算）

答え・解説 正答：ウ

ア：理論空気量/実空気量として比を逆にしている。
イ：実空気量と理論空気量の差を不適切に用いている。
ウ： $\lambda = \text{実空気量} / \text{理論空気量} = 12 / 10 = 1.20$ である。
エ：両空気量を加算している。

総合解説：空気比 $\lambda > 1$ は過剰空気、 $\lambda = 1$ は理論空気、 $\lambda < 1$ は理論量未満を表す。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0120 燃焼計算 > 排ガス組成・空気比計算 | 難易度：基礎

問題：空気比 $\lambda = 1.30$ のとき、過剰空気率は何％か。

- ア．130％（考え方：空気比そのものを百分率）
- イ．70％（考え方： $1 - 0.30$ のように扱っている）
- ウ．3％（考え方：小数点位置を別手順の算定）
- エ．30％（考え方： $(1.30 - 1) \times 100 = 30\%$ である）

答え・解説 正答：エ

ア：空気比そのものを百分率にしている。
イ： $1 - 0.30$ のように扱っている。
ウ：小数点位置を誤っている。
エ： $(1.30 - 1) \times 100 = 30\%$ である。

総合解説：過剰空気率と空気比を混同しない。 $\lambda = 1.30$ は理論空気より30％多い。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0121 燃焼計算 > 排ガス組成・空気比計算 | 難易度：基礎

問題：純炭素1 kmolを空気比 $\lambda = 1.20$ で完全燃焼させる。空気中 N_2/O_2 モル比を3.76とする。乾き排ガスの総量は何kmolか。

- ア．5.712 kmol (考え方：生成 CO_2 1、余剰 O_2 0.20、 N_2 $1.20 \times 3.76 = 4.512$ 、合)
イ．4.76 kmol (考え方：理論空気時の乾き排ガス量で、過剰空気を反映していない)
ウ．5.512 kmol (考え方：余剰 O_2 0.20 kmolを加えていない)
エ．6.712 kmol (考え方： CO_2 を2 kmol生成すると別手順の算定)

答え・解説 正答：ア

ア：生成 CO_2 1、余剰 O_2 0.20、 N_2 $1.20 \times 3.76 = 4.512$ 、合計5.712 kmolである。
イ：理論空気時の乾き排ガス量で、過剰空気を反映していない。
ウ：余剰 O_2 0.20 kmolを加えていない。
エ： CO_2 を2 kmol生成すると誤っている。

総合解説：完全燃焼の排ガス量は生成物と余剰 O_2 、空気由来 N_2 を合算して求める。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0122 燃焼計算 > 排ガス組成・空気比計算 | 難易度：基礎

問題：純炭素1 kmolの完全燃焼後、乾き排ガスが CO_2 1.0 kmol、余剰 O_2 0.20 kmol、 N_2 4.512 kmolで構成されている。 O_2 濃度は約何vol%か。

- ア．20.0 vol% (考え方：余剰 O_2 量0.20をそのまま百分率化している)
イ．3.50 vol% (考え方：乾き総量は5.712 kmolなので、 $0.20/5.712 \times 100$)
ウ．4.20 vol% (考え方：乾き排ガス総量の取り方が別手順の算定)
エ．17.5 vol% (考え方：同条件の CO_2 濃度に近い)

答え・解説 正答：イ

ア：余剰 O_2 量0.20をそのまま百分率化している。
イ：乾き総量は5.712 kmolなので、 $0.20/5.712 \times 100$ 3.50%である。
ウ：乾き排ガス総量の取り方が誤っている。
エ：これは同条件の CO_2 濃度に近い。

総合解説：乾きガス組成は各成分モル量を乾き総モル量で割って求める。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0123

燃焼計算 > 排ガス組成・空気比計算 | 難易度：基礎

問題：排ガス分析計の前で水分を除去したところ、純炭素燃焼の乾き排ガス総量は5.712 kmolで、そのうちCO₂が1.0 kmolであった。CO₂濃度は約何vol%か。

ア．21.0 vol%（考え方：理論空気付近の純炭素燃焼での最大値に近く、この条件では過剰空気による）

イ．3.50 vol%（考え方：余剰O₂濃度に近い）

ウ．17.5 vol%（考え方： $1.0/5.712 \times 100$ 17.5%である）

エ．83.0 vol%（考え方：N₂・O₂を分母から除外している）

答え・解説

正答：ウ

ア：理論空気付近の純炭素燃焼での最大値に近く、この条件では過剰空気による希釈がある。

イ：これは余剰O₂濃度に近い。

ウ： $1.0/5.712 \times 100$ 17.5%である。

エ：N₂・O₂を分母から除外している。

総合解説：過剰空気が増えるとCO₂の生成モル数が同じでも、乾き排ガス総量が増えるためCO₂濃度は低下する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0124

燃焼計算 > 排ガス組成・空気比計算 | 難易度：標準

問題：CH₄ 1 kmolを空気比1.20で完全燃焼させる。N₂/O₂ = 3.76とする。乾き排ガス中のCO₂、O₂、N₂量の組合せとして正しいものはどれか。

ア．CO₂ 1.0、O₂ 0.2、N₂ 7.52 kmol（考え方：過剰空気を十分に反映していない）

イ．CO₂ 2.0、O₂ 0.4、N₂ 9.024 kmol（考え方：CH₄ 1 kmolからCO₂は1 kmolである）

ウ．CO₂ 1.0、O₂ 2.4、N₂ 9.024 kmol（考え方：実供給O₂全量を余剰O₂）

エ．CO₂ 1.0、O₂ 0.4、N₂ 9.024 kmol（考え方：実O₂は $2 \times 1.20 = 2.4$ 、余剰O₂ 0.4、N₂ = $2.4 \times 3.76 = 9.024$ ）

答え・解説

正答：エ

ア：過剰空気を十分に反映していない。

イ：CH₄ 1 kmolからCO₂は1 kmolである。

ウ：実供給O₂全量を余剰O₂としている。

エ：実O₂は $2 \times 1.20 = 2.4$ 、余剰O₂ 0.4、N₂ = $2.4 \times 3.76 = 9.024$ 、CO₂は1.0である。

総合解説：メタン完全燃焼ではCO₂ 1、H₂O 2 kmolが生成し、乾き排ガスではH₂Oを除外する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0125

燃焼計算 > 排ガス組成・空気比計算 | 難易度：標準

問題：CH₄ 1 kmolを空気比1.20で完全燃焼させたとき、乾き排ガスはCO₂ 1.0、O₂ 0.4、N₂ 9.024 kmolである。乾きO₂濃度は約何vol%か。

- ア．3.84 vol%（考え方：総量10.424 kmolなので $0.4 / 10.424 \times 100$ 3.8）
イ．4.80 vol%（考え方：0.4/8.33等の誤った分母を用いている）
ウ．9.59 vol%（考え方：CO₂濃度に近い）
エ．20.0 vol%（考え方：余剰O₂量をそのまま百分率化している）

答え・解説

正答：ア

ア：総量10.424 kmolなので $0.4 / 10.424 \times 100$ 3.84%である。
イ：0.4/8.33等の誤った分母を用いている。
ウ：これはCO₂濃度に近い。
エ：余剰O₂量をそのまま百分率化している。

総合解説：燃料種類により理論生成物量が異なるため、同じ空気比でも排ガスO₂濃度は厳密には少し異なる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0126

燃焼計算 > 排ガス組成・空気比計算 | 難易度：標準

問題：CH₄ 1 kmolを理論空気量ちょうどで完全燃焼させる。N₂/O₂ = 3.76とすると、乾き排ガス中CO₂濃度は約何vol%か。

- ア．21.0 vol%（考え方：純炭素の理論燃焼時CO₂濃度に近く、メタンとは異なる）
イ．11.7 vol%（考え方：乾き排ガスはCO₂ 1+N₂ 7.52=8.52 kmolなので、 $1 / 8.5$ ）
ウ．9.5 vol%（考え方：過剰空気を含む条件に近い）
エ．50 vol%（考え方：N₂を十分に考慮していない）

答え・解説

正答：イ

ア：純炭素の理論燃焼時CO₂濃度に近く、メタンとは異なる。
イ：乾き排ガスはCO₂ 1+N₂ 7.52=8.52 kmolなので、 $1 / 8.52 \times 100$ 11.7%である。
ウ：過剰空気を含む条件に近い。
エ：N₂を十分に考慮していない。

総合解説：理論燃焼時の最大CO₂濃度は燃料組成によって異なる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0127

燃焼計算 > 排ガス組成・空気比計算 | 難易度：標準

問題：乾き排ガス100 kmolに対し水蒸気20 kmolを含む湿り排ガスがある。乾き基準O₂濃度が5.0 vol%のとき、湿り基準O₂濃度は約何vol%か。

- ア．5.0 vol%（考え方：水蒸気追加による希釈を反映していない）
イ．6.0 vol%（考え方：乾きから湿りへ換算する方向と逆）
ウ．4.17 vol%（考え方：乾きO₂量は5 kmol、湿り総量120 kmolなので $5/120 \times 100 =$ ）
エ．25 vol%（考え方：水蒸気量をO₂へ加えている）

答え・解説

正答：ウ

ア：水蒸気追加による希釈を反映していない。
イ：乾きから湿りへ換算する方向と逆である。
ウ：乾きO₂量は5 kmol、湿り総量120 kmolなので $5/120 \times 100 = 4.17\%$ である。
エ：水蒸気量をO₂へ加えている。

総合解説：湿り基準では水蒸気も分母に含むため、同じO₂量なら乾き基準より濃度が低くなる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0128

燃焼計算 > 排ガス組成・空気比計算 | 難易度：標準

問題：純炭素を完全燃焼させた乾き排ガスでCO₂濃度が17.5 vol%だった。N₂/O₂ = 3.76とし、乾き総量 = 4.76 λ kmol/kmol-Cとすると、空気比 λ は約いくらか。

- ア．0.83（考え方：1.20の逆数に近く、比を逆に）
イ．1.75（考え方：CO₂濃度17.5%をそのまま空気比へ変換している）
ウ．4.76（考え方：空気組成係数を空気比と混同している）
エ．1.20（考え方： $1/(4.76 \times 0.175) = 1.20$ ）

答え・解説

正答：エ

ア：1.20の逆数に近く、比を逆になっている。
イ：CO₂濃度17.5%をそのまま空気比へ変換している。
ウ：空気組成係数を空気比と混同している。
エ：CO₂分率 = $1/(4.76 \lambda) = 0.175$ より $\lambda = 1/(4.76 \times 0.175) = 1.20$ である。

総合解説：燃料組成が既知なら排ガスCO₂やO₂から空気比を逆算できる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0129 燃焼計算 > 排ガス組成・空気比計算 | 難易度：標準

問題：乾き排ガス100 kmolがO₂ 3 kmolを含んでいる。ここへ乾き空気20 kmolが漏入した。空気中O₂を21 mol%とすると、混合後のO₂濃度は約何vol%か。

- ア．6.0 vol%（考え方：漏入O₂は4.2 kmol、合計O₂ 7.2 kmol、総量120 kmol）
イ．3.5 vol%（考え方：漏入空気中O₂を十分に加えていない）
ウ．7.2 vol%（考え方：O₂量7.2 kmolをそのまま百分率化している）
エ．21 vol%（考え方：混合後が空気だけになるわけ別概念）

答え・解説 正答：ア

ア：漏入O₂は4.2 kmol、合計O₂ 7.2 kmol、総量120 kmolなので $7.2/120 \times 100 = 6.0\%$ 。
イ：漏入空気中O₂を十分に加えていない。
ウ：O₂量7.2 kmolをそのまま百分率化している。
エ：混合後が空気だけになるわけではない。

総合解説：後流の空気漏入は排ガスO₂を上昇させ、バーナ空気比を過大に見積もる原因になる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0130 燃焼計算 > 排ガス組成・空気比計算 | 難易度：標準

問題：燃料中窒素を無視でき、空気中N₂/O₂モル比を3.76とする。乾き排ガス中N₂が11.28 kmolなら、供給されたO₂量は何kmolか。

- ア．42.4 kmol（考え方：N₂量に3.76を掛けている）
イ．3.00 kmol（考え方：空気由来N₂=3.76×O₂なので、O₂=11.28/3.76=3.00 k）
ウ．7.52 kmol（考え方：比を適切に使っていない）
エ．11.28 kmol（考え方：N₂とO₂のモル量を同一）

答え・解説 正答：イ

ア：N₂量に3.76を掛けている。
イ：空気由来N₂ = 3.76 × O₂なので、O₂ = 11.28/3.76 = 3.00 kmol。
ウ：比を適切に使っていない。
エ：N₂とO₂のモル量を同一としている。

総合解説：燃料中窒素や空気漏入が無視できる理想計算ではN₂を空気量のトレーサとして利用できる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0131 燃焼計算 > 排ガス組成・空気比計算 | 難易度：標準

問題：炭素1 kmolが燃焼し、0.8 kmolがCO₂、0.2 kmolがCOになった。炭素酸化に消費されたO₂量は何kmolか。

- ア．1.00 kmol（考え方：全炭素がCO₂になった完全燃焼時のO₂量である）
イ．0.80 kmol（考え方：CO生成に必要なO₂を無視）
ウ．0.90 kmol（考え方：CO₂生成に0.8 kmol-O₂、CO生成に0.2 × 0.5 = 0.1 kmol-O₂）
エ．0.50 kmol（考え方：CO生成だけを基準）

答え・解説 正答：ウ

ア：全炭素がCO₂になった完全燃焼時のO₂量である。
イ：CO生成に必要なO₂を無視している。
ウ：CO₂生成に0.8 kmol-O₂、CO生成に0.2 × 0.5 = 0.1 kmol-O₂、合計0.90 kmol。
エ：CO生成だけを基準にしている。

総合解説：不完全燃焼では生成COの割合に応じて実際の酸素消費量が完全燃焼より小さくなる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0132 燃焼計算 > 排ガス組成・空気比計算 | 難易度：応用

問題：ある燃料1 kgの理論乾き排ガス量が10 Nm³ /kg、理論空気量が9 Nm³ /kgである。空気比1.20で完全燃焼するとき、単純化して実乾き排ガス量は何Nm³ /kgか。

- ア．12.0 Nm³ /kg（考え方：理論乾き排ガス量へ空気比を直接掛けている）
イ．10.2 Nm³ /kg（考え方：過剰空気率20%を0.2 Nm³として加えている）
ウ．19.0 Nm³ /kg（考え方：理論空気量を全量重複加算）
エ．11.8 Nm³ /kg（考え方：過剰空気は0.20 × 9 = 1.8 Nm³ /kgで、理論乾き排ガス10に加えて1）

答え・解説 正答：エ

ア：理論乾き排ガス量へ空気比を直接掛けている。
イ：過剰空気率20%を0.2 Nm³として加えている。
ウ：理論空気量を全量重複加算している。
エ：過剰空気は0.20 × 9 = 1.8 Nm³ /kgで、理論乾き排ガス10に加えて11.8となる。

総合解説：実乾き排ガス量は理論乾き排ガス量に過剰空気を加える考え方で求められる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0133 燃焼計算 > 排ガス組成・空気比計算 | 難易度：応用

問題：標準酸素濃度 $O_n = 5\%$ 、実測 O_2 濃度 $O_s = 8\%$ 、 NO_x 実測濃度 $C_s = 120$ ppmとする。 $C = (21 - O_n) / (21 - O_s) \times C_s$ で補正した濃度は約何ppmか。

- ア．148 ppm（考え方： $16/13 \times 120 = 147.7$ ppmである）
- イ．97.5 ppm（考え方： $13/16$ を掛けており補正方向が逆方向の関係）
- ウ．120 ppm（考え方： O_2 補正をしていない）
- エ．192 ppm（考え方： $16/10$ 等の誤った分母を使用している）

答え・解説 正答：ア

ア： $16/13 \times 120 = 147.7$ ppmである。
イ： $13/16$ を掛けており補正方向が逆である。
ウ： O_2 補正をしていない。
エ： $16/10$ 等の誤った分母を使用している。

総合解説：高 O_2 排ガスは希釈されているため、標準 O_2 濃度へ補正すると濃度が上がる場合がある。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0134 燃焼計算 > 排ガス組成・空気比計算 | 難易度：応用

問題：同一負荷で燃焼室出口 O_2 が3.0%、空気予熱器出口 O_2 が5.0%で、 CO は両点とも低い。最も妥当な判断はどれか。

- ア．バーナで燃料が追加されているため O_2 が上昇した
- イ．燃焼後流で空気漏入が生じ、下流排ガスが希釈されている可能性が高い
- ウ． O_2 上昇は必ず燃焼室の空気不足を意味する
- エ．2点の O_2 差は省エネや燃焼管理に無関係である

答え・解説 正答：イ

ア：追加燃焼は通常 O_2 を消費する。
イ：燃焼完結後に O_2 だけが上昇する場合、負圧部への外気漏入が代表的原因である。
ウ：測定位置差からは後流漏入を疑うのが妥当である。
エ：空気漏入は排ガス量増加と熱損失増大につながる。

総合解説：測定位置ごとの O_2 トレンドは空気漏れ箇所の診断に有効である。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0135 燃焼計算 > 発熱量・燃焼熱収支 | 難易度：基礎

問題：低位発熱量42 MJ/kgの燃料を200 kg/h使用している。燃料熱入力は何MJ/hか。

- ア．210 MJ/h（考え方：発熱量を流量で割っている）
- イ．4200 MJ/h（考え方：燃料流量を100 kg/hと）
- ウ．8400 MJ/h（考え方： $42 \times 200 = 8400$ MJ/hである）
- エ．242 MJ/h（考え方：異なる次元の値を加算）

答え・解説 正答：ウ

ア：発熱量を流量で割っている。
イ：燃料流量を100 kg/hとしている。
ウ： $42 \times 200 = 8400$ MJ/hである。
エ：異なる次元の値を加算している。

総合解説：燃焼設備の基本熱収支では、燃料流量 × 発熱量で投入熱量を求める。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0136 燃焼計算 > 発熱量・燃焼熱収支 | 難易度：基礎

問題：ある燃料の高位発熱量HHVが45.0 MJ/kgで、燃焼生成水の凝縮潜熱相当分が3.0 MJ/kgである。低位発熱量LHVはいくらか。

- ア．48.0 MJ/kg（考え方：潜熱分を加算）
- イ．15.0 MJ/kg（考え方：HHVを潜熱で割るなど定義と異なる）
- ウ．3.0 MJ/kg（考え方：差分だけをLHV）
- エ．42.0 MJ/kg（考え方： $LHV = HHV - \text{凝縮潜熱相当分} = 45.0 - 3.0 = 42.0$ MJ/kg）

答え・解説 正答：エ

ア：潜熱分を加算している。
イ：HHVを潜熱で割るなど定義と異なる。
ウ：差分だけをLHVとしている。
エ： $LHV = HHV - \text{凝縮潜熱相当分} = 45.0 - 3.0 = 42.0$ MJ/kg。

総合解説：HHVは生成水を凝縮させた潜熱まで回収する基準、LHVは通常その潜熱を含まない基準である。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0137 燃焼計算 > 発熱量・燃焼熱収支 | 難易度：基礎

問題：燃料AのLHVが40 MJ/kg、燃料Bが30 MJ/kgである。質量比A:B = 3:1で混合した燃料のLHVは何MJ/kgか。

- ア．37.5 MJ/kg（考え方： $0.75 \times 40 + 0.25 \times 30 = 30 + 7.5 = 37.5$ MJ/kg）
イ．35.0 MJ/kg（考え方：単純平均であり3:1の混合比を反映していない）
ウ．70 MJ/kg（考え方：両発熱量を単純加算）
エ．32.5 MJ/kg（考え方：AとBの質量分率を逆）

答え・解説 正答：ア

ア： $0.75 \times 40 + 0.25 \times 30 = 30 + 7.5 = 37.5$ MJ/kg。
イ：単純平均であり3:1の混合比を反映していない。
ウ：両発熱量を単純加算している。
エ：AとBの質量分率を逆にしてしている。

総合解説：同一基準の発熱量であれば、混合燃料の単位質量当たり発熱量は質量分率で加重平均できる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0138 燃焼計算 > 発熱量・燃焼熱収支 | 難易度：基礎

問題：燃料ガスがCH₄ 70 vol%、不活性N₂ 30 vol%からなり、CH₄の体積基準LHVを36 MJ/m³とする。混合ガスのLHVは約何MJ/m³か。

- ア．36 MJ/m³（考え方：不活性N₂による希釈を反映していない）
イ．25.2 MJ/m³（考え方：N₂の発熱量を0とすれば $0.70 \times 36 = 25.2$ MJ/m³である）
ウ．10.8 MJ/m³（考え方：N₂割合30%をCH₄発熱量へ掛けている）
エ．61.2 MJ/m³（考え方：希釈成分を加えると発熱量が増える計算になっている）

答え・解説 正答：イ

ア：不活性N₂による希釈を反映していない。
イ：N₂の発熱量を0とすれば $0.70 \times 36 = 25.2$ MJ/m³である。
ウ：N₂割合30%をCH₄発熱量へ掛けている。
エ：希釈成分を加えると発熱量が増える計算になっている。

総合解説：気体燃料の発熱量は同一の温度・圧力基準で体積分率加重して評価する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0139 燃焼計算 > 発熱量・燃焼熱収支 | 難易度：基礎

問題：燃料投入熱量が10,000 MJ/h、有効利用熱量が8,500 MJ/hである。直接法による熱効率は何%か。

- ア．15%（考え方：総損失率）
- イ．118%（考え方：投入熱量と有効熱量の比を逆に）
- ウ．85%（考え方： $8500/10000 \times 100 = 85\%$ である）
- エ．850%（考え方：百分率換算で桁を誤っている）

答え・解説 正答：ウ

ア：これは総損失率に相当する。
イ：投入熱量と有効熱量の比を逆にしている。
ウ： $8500/10000 \times 100 = 85\%$ である。
エ：百分率換算で桁を誤っている。

総合解説：直接法では有効出力を燃料投入熱量で割る。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0140 燃焼計算 > 発熱量・燃焼熱収支 | 難易度：標準

問題：燃焼設備の損失が、乾き排ガス8%、水蒸気6%、放散2%、不完全燃焼1%、その他1%である。損失法による効率は何%か。

- ア．18%（考え方：総損失率）
- イ．88%（考え方：水蒸気損失など一部を除外している）
- ウ．118%（考え方：損失を100へ加えている）
- エ．82%（考え方：総損失18%なので $100 - 18 = 82\%$ である）

答え・解説 正答：エ

ア：これは総損失率である。
イ：水蒸気損失など一部を除外している。
ウ：損失を100へ加えている。
エ：総損失18%なので $100 - 18 = 82\%$ である。

総合解説：損失法では各損失項目の重複を避けて合計し、100%から差し引く。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0141 燃焼計算 > 発熱量・燃焼熱収支 | 難易度：標準

問題：有効熱量として毎時6000 MJが必要で、設備効率80%、燃料LHVが30 MJ/kgである。必要燃料流量は何kg/hか。

- ア．250 kg/h（考え方：必要投入熱量=6000/0.80=7500 MJ/h、燃料量=7500/30）
イ．160 kg/h（考え方：6000×0.8/30として効率の使い方が逆方向の関係）
ウ．200 kg/h（考え方：効率100%として計算している）
エ．312.5 kg/h（考え方：投入熱量をさらに効率で割るなど二重補正している）

答え・解説 正答：ア

ア：必要投入熱量 = 6000/0.80 = 7500 MJ/h、燃料量 = 7500/30 = 250 kg/h。
イ：6000×0.8/30として効率の使い方が逆である。
ウ：効率100%として計算している。
エ：投入熱量をさらに効率で割るなど二重補正している。

総合解説：必要燃料量は「有効熱需要÷効率÷発熱量」で求める。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0142 燃焼計算 > 発熱量・燃焼熱収支 | 難易度：標準

問題：乾き排ガス質量流量が5000 kg/h、平均比熱1.0 kJ/(kg・K)、排ガス温度200、基準温度20とする。乾き排ガス顕熱は何MJ/hか。

- ア．180 MJ/h（考え方：排ガス質量流量を1000 kg/h程度と）
イ．900 MJ/h（考え方：5000×1.0×(200-20)=900,000 kJ/h=900 MJ/h）
ウ．1000 MJ/h（考え方：温度差を200 Kとして基準温度を差し引）
エ．90 MJ/h（考え方：10倍換算）

答え・解説 正答：イ

ア：排ガス質量流量を1000 kg/h程度としている。
イ：5000×1.0×(200-20)=900,000 kJ/h=900 MJ/h。
ウ：温度差を200 Kとして基準温度を差し引いていない。
エ：kJからMJへの換算で10倍小さくしている。

総合解説：排ガス顕熱損失は排ガス量、比熱、排ガスと基準温度の差で評価する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0143 燃焼計算 > 発熱量・燃焼熱収支 | 難易度：標準

問題：燃焼調整により乾き排ガス流量を6000 kg/hから5000 kg/hへ減らした。排ガス温度と平均比熱が同じで、温度差180 K、 $c_p = 1.0 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ とすると、顕熱損失低減量は何MJ/hか。

- ア．18 MJ/h（考え方：10分の1換算）
イ．1000 MJ/h（考え方：流量差だけを熱量と）
ウ．180 MJ/h（考え方：流量差1000 kg/h $\times 1.0 \times 180 = 1$ ）
エ．1080 MJ/h（考え方：改善前の顕熱損失に近く、削減量別概念）

答え・解説 正答：ウ

ア：kJ→MJ換算でさらに10分の1にしている。
イ：流量差だけを熱量としている。
ウ：流量差1000 kg/h $\times 1.0 \times 180 = 180,000 \text{ kJ/h} = 180 \text{ MJ/h}$ 。
エ：改善前の顕熱損失に近く、削減量ではない。

総合解説：過剰空気低減は排ガスを減らし、排ガス顕熱損失を低下させる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0144 燃焼計算 > 発熱量・燃焼熱収支 | 難易度：標準

問題：燃焼用空気を4000 kg/h、比熱1.0 kJ/(kg・K)として20 から120 へ予熱する。空気が受け取る熱量は何MJ/hか。

- ア．40 MJ/h（考え方：10倍換算）
イ．480 MJ/h（考え方：温度差を120 Kと）
ウ．4000 MJ/h（考え方：温度差を1 Kとして扱っていないが桁が過）
エ．400 MJ/h（考え方：4000 $\times 1.0 \times 100 = 400,000 \text{ kJ/h} = 400 \text{ MJ/h}$ ）

答え・解説 正答：エ

ア：単位換算で10倍小さい。
イ：温度差を120 Kとしている。
ウ：温度差を1 Kとして扱っていないが桁が過大である。
エ：4000 $\times 1.0 \times 100 = 400,000 \text{ kJ/h} = 400 \text{ MJ/h}$ 。

総合解説：空気予熱器で回収した熱は燃料投入の削減へつながるが、圧力損失や低温腐食にも注意する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0145 燃焼計算 > 発熱量・燃焼熱収支 | 難易度：標準

問題：排熱回収により毎時600 MJの有効熱を回収できた。燃料LHVが40 MJ/kg、回収前後で設備側の変換条件が同じと仮定すると、単純な燃料削減相当量は何kg/hか。

- ア．15 kg/h（考え方：600/40=15 kg/hである）
- イ．24 kg/h（考え方：40/600等を誤って換算）
- ウ．600 kg/h（考え方：発熱量による換算をしていない）
- エ．1.5 kg/h（考え方：小数点を1桁別手順の算定）

答え・解説 正答：ア

ア：600/40 = 15 kg/hである。
イ：40/600等を誤って換算している。
ウ：発熱量による換算をしていない。
エ：小数点を1桁誤っている。

総合解説：回収熱がそのまま燃料熱入力を代替できる単純化条件では、回収熱量を発熱量で割って燃料削減量を求められる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0146 燃焼計算 > 発熱量・燃焼熱収支 | 難易度：標準

問題：燃焼で有効に放出された熱が1000 kJ、生成ガス等の総熱容量 Σmcp が2.5 kJ/Kで、熱損失・解離を無視すると、温度上昇は何Kか。

- ア．250 K（考え方：熱容量と熱量の比を逆に）
- イ．400 K（考え方： $\Delta T = Q / \Sigma mcp = 1000 / 2.5 = 400$ Kである）
- ウ．1000 K（考え方：総熱容量を無視）
- エ．2500 K（考え方：Qと熱容量を掛けている）

答え・解説 正答：イ

ア：熱容量と熱量の比を逆にしている。
イ： $\Delta T = Q / \Sigma mcp = 1000 / 2.5 = 400$ Kである。
ウ：総熱容量を無視している。
エ：Qと熱容量を掛けている。

総合解説：断熱火炎温度の厳密計算では温度依存比熱や解離を考慮するが、概算は熱収支から理解できる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0147 燃焼計算 > 発熱量・燃焼熱収支 | 難易度：標準

問題：灰中に未燃炭素が5 kg/h含まれ、その炭素の完全燃焼による発熱相当量を32 MJ/kg-Cとする。未燃炭素による損失は何MJ/hか。

- ア．6.4 MJ/h（考え方：32/5として比を逆に）
イ．32 MJ/h（考え方：未燃炭素量5 kg/hを反映していない）
ウ．160 MJ/h（考え方：5×32=160 MJ/hである）
エ．640 MJ/h（考え方：未燃炭素量を20 kg/h等として過大に扱っている）

答え・解説 正答：ウ

ア：32/5として比を逆にしている。
イ：未燃炭素量5 kg/hを反映していない。
ウ：5×32=160 MJ/hである。
エ：未燃炭素量を20 kg/h等として過大に扱っている。

総合解説：固体燃料では灰中未燃分を定量化すると不完全燃焼損失を評価できる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0148 燃焼計算 > 発熱量・燃焼熱収支 | 難易度：応用

問題：排ガス中にCOが10 kmol/h含まれ、 $\text{CO} + 0.5\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$ の反応熱を283 MJ/kmol-COとする。COに残る化学エネルギー損失は約何MJ/hか。

- ア．28.3 MJ/h（考え方：100分の1換算）
イ．283 MJ/h（考え方：CO流量10 kmol/hを反映していない）
ウ．5660 MJ/h（考え方：2倍換算）
エ．2830 MJ/h（考え方：10×283=2830 MJ/hである）

答え・解説 正答：エ

ア：kmol/hの倍率を100分の1にしている。
イ：CO流量10 kmol/hを反映していない。
ウ：反応熱を2倍している。
エ：10×283=2830 MJ/hである。

総合解説：CO濃度が高い場合は排ガス顕熱だけでなく、COに残る化学エネルギー損失も無視できない。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0149 燃焼計算 > 発熱量・燃焼熱収支 | 難易度：応用

問題：燃料Aを100 kg/h、LHV 40 MJ/kgで使用していた。燃料BのLHVが32 MJ/kgで、同じ熱入力を維持するにはBを何kg/h使用すればよいか。

- ア．125 kg/h（考え方：元の熱入力4000 MJ/hを32で割り、 $4000/32=125$ kg/h）
イ．80 kg/h（考え方：発熱量比32/40をそのまま元流量へ掛けている）
ウ．100 kg/h（考え方：発熱量差を反映していない）
エ．160 kg/h（考え方：40/32の比を二重に適用）

答え・解説 正答：ア

ア：元の熱入力4000 MJ/hを32で割り、 $4000/32 = 125$ kg/h。
イ：発熱量比32/40をそのまま元流量へ掛けている。
ウ：発熱量差を反映していない。
エ：40/32の比を二重に適用している。

総合解説：燃料切替時は同一発熱量基準で必要燃料流量を再計算する。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02

0150 燃焼計算 > 発熱量・燃焼熱収支 | 難易度：応用

問題：燃料投入熱量が10,000 MJ/h、有効利用熱量が7,900 MJ/h、測定できた損失が排ガス1200、放散300、不完全燃焼200 MJ/hであった。未計上損失は何MJ/hか。

- ア．1700 MJ/h（考え方：既知損失の合計であり未計上分別概念）
イ．400 MJ/h（考え方：投入10000-有効7900-既知損失(1200+300+200)=400）
ウ．2100 MJ/h（考え方：投入と有効利用の差全体で、既知損失を差し引いていない）
エ．8300 MJ/h（考え方：有効熱と損失の関係を別手順の算定）

答え・解説 正答：イ

ア：既知損失の合計であり未計上分ではない。
イ：投入10000 - 有効7900 - 既知損失(1200 + 300 + 200)=400 MJ/h。
ウ：投入と有効利用の差全体で、既知損失を差し引いていない。
エ：有効熱と損失の関係を誤っている。

総合解説：実設備の熱収支では、収支差を測定誤差・未計測損失・境界設定の確認に用いる。

対象：2026年度 / 基準日 2026-08-02