

## 基礎科目 2020 (R02) 問題・正解と解説

I 1群～5群の全ての問題群からそれぞれ3問題、計15問題を選び解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

### 1群 設計・計画に関するもの(全6問題から3問題を選択解答)

1-1-1 ユニバーサルデザインに関する次の記述について、[ ]に入る語句の組合せとして最も適切なものはどれか。

北欧発の考え方である、障害者と健常者が一緒に生活できる社会を目指す [ ア ]、及び、米国発のバリアフリーという考え方の広がりを受けて、ロナルド・メイス(通称ロン・メイス)により1980年代に提唱された考え方が、ユニバーサルデザインである。ユニバーサルデザインは、特別な設計やデザインの変更を行うことなく、可能な限りすべての人が利用できるような製品や [ イ ] を設計することを意味する。ユニバーサルデザインの7つの原則は、(1)誰でもが公平に利用できる、(2)柔軟性がある、(3)シンプルかつ [ ウ ] な利用が可能、(4)必要な情報がすぐにわかる、(5) [ エ ] しても危険が起こらない、(6)小さな力でも利用できる、(7)じゅうぶんな大きさや広さが確保されている、である。

- ① (ア) カスタマイゼーション、(イ) 環境、(ウ) 直感的、(エ) ミス
- ② (ア) ノーマライゼーション、(イ) 制度、(ウ) 直感的、(エ) 長時間利用
- ③ (ア) ノーマライゼーション、(イ) 環境、(ウ) 直感的、(エ) ミス
- ④ (ア) カスタマイゼーション、(イ) 制度、(ウ) 論理的、(エ) 長時間利用
- ⑤ (ア) ノーマライゼーション、(イ) 環境、(ウ) 論理的、(エ) 長時間利用

正解は③ ※過去、まったく同じ出題はありませんが同じような問題は何度も出題されています。  
典型的なサービス問題です。ユニバーサルデザインのイメージを持っていれば楽勝ですね。

1-1-2 ある材料に生ずる応力  $S$  [MPa] とその材料の強度  $R$  [MPa] を確率変数として、 $Z=R-S$  が 0 を下回る確率  $\Pr(Z<0)$  が一定値以下となるように設計する。応力  $S$  は平均  $\mu_s$ 、標準偏差  $\sigma_s$  の正規分布に、強度  $R$  は平均  $\mu_R$ 、標準偏差  $\sigma_R$  の正規分布に従い、互いに独立な確率変数とみなせるとする。 $\mu_s : \sigma_s : \mu_R : \sigma_R$  の比として (ア) から (エ) の 4 ケースを考えると、 $\Pr(Z<0)$  を小さい順に並べたものとして最も適切なものはどれか。

$$\mu_s : \sigma_s : \mu_R : \sigma_R$$

- (ア) 10 :  $2\sqrt{2}$  : 14 : 1
- (イ) 10 : 1 : 13 :  $2\sqrt{2}$
- (ウ) 9 : 1 : 12 :  $\sqrt{3}$
- (エ) 11 : 1 : 12 : 1

- ① ウ→イ→エ→ア
- ② ア→ウ→イ→エ
- ③ ア→イ→ウ→エ
- ④ ウ→ア→イ→エ
- ⑤ ア→ウ→エ→イ

正解は④ ※過去の出題はありません。

$R-S$  が 0 を下回る、すなわち  $R<S$  となる確率ですが、ア～エを見るとすべて平均値では  $R>S$  になっています。従って  $R<S$  となる場合は、 $R$  と  $S$  のばらつきの範囲内で  $R$  が小さく、 $S$  が大きく出た場合にのみ起こります。そこで単純化して  $(\mu_R - \sigma_R) - (\mu_s + \sigma_s)$  をしてみると、(ア) 0.17、(イ) -0.83、(ウ) 0.26、(エ) -1 となり、ウ>ア>イ>エとなります。この値が大きいほど  $R<S$  にはなりにくいで、確率  $\Pr$  は小さくなりますから、確率が小さい順に並べるとウ→ア→イ→エとなります。標準偏差や正規分布の意味がわかっているならば簡単に解けますが、時間は少しかかるかなと思うので、サービス計算題とまではいえないと思います。

1-1-3 次の (ア) から (オ) の記述について、それぞれの正誤の組合せとして、最も適切なものはどれか。

- (ア) 荷重を増大させていくと、建物は多くの部材が降伏し、荷重が上がりなくなり大きく変形します。最後は建物が倒壊してしまいます。このときの荷重が弾性荷重です。
- (イ) 非常に大きな力で棒を引っ張ると、最後は引きちぎれてしまいます。これを破断と呼んでいます。破断は、引張応力度がその材料固有の固有振動数に達したために生じたものです。
- (ウ) 細長い棒の両端を押すと、押している途中で、急に力とは直交する方向に変形してしまうことがあります。この現象を座屈と呼んでいます。
- (エ) 太く短い棒の両端を押すと、破断強度までじわじわ縮んで、最後は圧壊します。
- (オ) 建物に加わる力を荷重、また荷重を支える要素を部材あるいは構造部材と呼びます。

- |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
|   | ア | イ | ウ | エ | オ |
| ① | 正 | 正 | 正 | 誤 | 誤 |
| ② | 誤 | 正 | 正 | 正 | 誤 |
| ③ | 誤 | 誤 | 正 | 正 | 正 |
| ④ | 正 | 誤 | 誤 | 正 | 正 |
| ⑤ | 正 | 正 | 誤 | 誤 | 正 |

正解は③ ※過去の出題はありませんが、せん断や降伏などの材料力学の基礎に関する問題は時々出題されています。

アは極限荷重 (崩壊荷重)、イは引張強度です。アとイが正しくない時点で正解選択肢は③に絞り込めます。典型的なサービス問題といえます。

1-1-4 ある工場では原料 A, B を用いて、製品 1, 2 を生産し販売している。下表に示すように製品 1 を 1[kg]

生産するために原料 A, B はそれぞれ 3[kg], 1[kg] 必要で、製品 2 を 1[kg] 生産するためには原料 A, B をそれぞれ 2 [kg], 3 [kg] 必要とする。原料 A, B の使用量については、1 日当たりの上限があり、それぞれ 24 [kg], 15 [kg] である。

- (1) 製品 1, 2 の 1 [kg] 当たりの販売利益が、各々 2 [百万円/kg]、3 [百万円/kg] の時、1 日当たりの全体の利益  $z$  [百万円] が最大となるように製品 1 並びに製品 2 の 1 日当たりの生産量  $X_1$  [kg]、 $X_2$  [kg] を決定する。なお、 $X_1 \geq 0, X_2 \geq 0$  とする。

表 製品の製造における原料使用量, 使用条件, 及び販売利益

	製品 1	製品 2	使用上限
原料 A [kg]	3	2	24
原料 B [kg]	1	3	15
利益 [百万円/kg]	2	3	

- (2) 次に、製品 1 の販売利益が  $\Delta c$  [百万円/kg] だけ変化する、すなわち  $(2 + \Delta c)$  [百万円/kg] となる場合を想定し、 $z$  を最大にする製品 1, 2 の生産量が、(1) で決定した製品 1, 2 の生産量と同一である  $\Delta c$  [百万円/kg] の範囲を求める。

1 日当たりの生産量  $X_1$  [kg] 及び  $X_2$  [kg] の値と、 $\Delta c$  [百万円/kg] の範囲の組合せとして、最も適切なものはどれか。

- ①  $X_1=0, X_2=5, -1 \leq \Delta c \leq 5/2$
- ②  $X_1=6, X_2=3, \Delta c \leq -1, 5/2 \leq \Delta c$
- ③  $X_1=6, X_2=3, -1 \leq \Delta c \leq 1$
- ④  $X_1=0, X_2=5, \Delta c \leq -1, 5/2 \leq \Delta c$
- ⑤  $X_1=6, X_2=3, -1 \leq \Delta c \leq 5/2$

正解は⑤ ※H24・H28・H30 に類似問題が出ていますが、同じ問題ではありません。

私の HP ([http://www.pejp.net/pe/ichiji/ichiji\\_kiso\\_group1.htm#04](http://www.pejp.net/pe/ichiji/ichiji_kiso_group1.htm#04)) で解説している線形計画の典型的な問題です。

製品 1 が  $X_1$ 、製品 2 が  $X_2$  で、資材の使用上限から、 $3X_1 + 2X_2 \leq 24$ 、 $1X_1 + 3X_2 \leq 15$  となります。これを变形して、

$$3X_1 + 2X_2 \leq 24 \quad \therefore X_1 \leq 24/3 - 2/3X_2 = 8 - 2/3X_2 \quad \dots \text{式(1)}$$

$$1X_1 + 3X_2 \leq 15 \quad \therefore X_1 \leq 15 - 3X_2 \quad \dots \text{式(2)}$$

連立方程式を解いて、

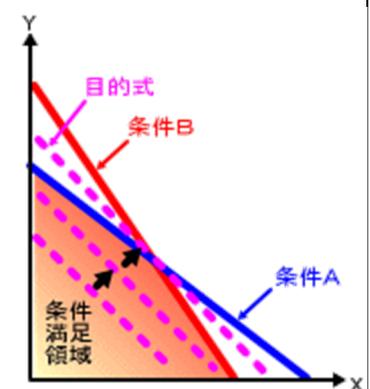
$$\text{式(2)} - \text{式(1)} \text{より } 0 \leq (15 - 8) - (3 - 2/3)X_2 = 7 - 7/3X_2.$$

よって  $X_2 \leq 7/7/3 = 3$ 。

よって  $1X_1 \leq 15 - 3X_2 = 15 - 3 \times 3 = 6$  となります。つまり製品 1 を 6 個、製品 2 を 3 個作るのが原料を使い尽くせて最も利益が大きいわけです。なお、このときの利益は  $6 \times 2 + 3 \times 3 = 21$  百万円です。

次に  $\Delta c$  ですが、 $X_1$  と  $X_2$  が変わらないようにするためにはゼロを挟んで一定の範囲内になければなりませんから、選択肢②と④は不適切なのは最初からわかります。とすると、上限値が 1 なのか  $5/2$  なのかだけ考えればいいことになります。 $\Delta c$  がプラスに変化すると製品 1 の利益が多くなりますから、ある程度以上になると製品 1 の生産数を増やした方がいいということになります。つまり  $X_1 = 6 \rightarrow 7$  あるいは  $X_1 = 6 \rightarrow 8$  とするわけですが、そうすると原料を製品 1 だけで多く使いますから、製品 2 に使える原料が少なくなり、得意に原料 A がネックになって、 $X_1 = 7$  で  $X_2 = 1$ 、 $X_1 = 8$  で  $X_2 = 0$  となります。

つまり利益 3 百万円の製品 2 について、 $X_1 = 7$  だと 2kg 分で 6 百万円、 $X_1 = 8$  だと 3kg 分で 9 百万円の減益になるので、それを製品 1 の増益分  $X_1$  増分  $\times (2 + \Delta c)$  で補わねばなりません。 $X_1 = 7$  (増分 1) だと  $2 + \Delta c > 6$  より  $\Delta c > 4$  となります。 $X_1 = 8$  (増分 2) だと  $2 \times (2 + \Delta c) > 9$  より  $\Delta c = 2.5 = 5/2$  となります。よって  $\Delta c$  が 2.5 を越えると  $X_1 = 8, X_2 = 0$  のほうが利益が増えるので生産量が変化します。したがって生産量が変化しない上限は  $\Delta c \leq 2.5 (= 5/2)$  です。



1-1-5 製図法に関する次の（ア）から（オ）の記述についてそれぞれの正誤の組合せとして、最も適切なものはどれか。

- （ア）第三角法の場合は、平面図は正面図の上に、右側面図は正面図の右にというように、見る側と同じ側に描かれる。
- （イ）第一角法の場合は、平面図は正面図の上に、左側面図は正面図の右にというように、見る側とは反対の側に描かれる。
- （ウ）対象物内部の見えない形を図示する場合は、対象物がある箇所を切断したと仮定して、切断面の手前を取り除き、その切り口の形状を、外形線によって図示することとすれば、非常にわかりやすい図となる。このような図が想像図である。
- （エ）第三角法と第一角法では、同じ図面でも、違った対象物を表している場合があるが、用いた投影法は明記する必要がない。
- （オ）正面図とは、その対象物に対する情報量が最も多い、いわば図面の主体になるものであって、これを主投影図とする。したがって、ごく簡単なものでは、主投影図だけで十分に用が足りる。

- |   | ア | イ | ウ | エ | オ |
|---|---|---|---|---|---|
| ① | 正 | 正 | 誤 | 誤 | 誤 |
| ② | 誤 | 正 | 正 | 誤 | 誤 |
| ③ | 誤 | 誤 | 正 | 正 | 誤 |
| ④ | 誤 | 誤 | 誤 | 正 | 正 |
| ⑤ | 正 | 誤 | 誤 | 誤 | 正 |

正解は⑤ ※過去の出題はありませんが、令和元年度問題 1-1-3 が同ジャンルの問題です。

イ：平面図は正面図の上ではなく下に描かれます。

ウ：想像図ではなく断面図です。

エ：表題欄やその周辺に投影法の記号を記載することになっています。

1-1-6 下図に示されるように、信頼度が 0.7 である  $n$  個の要素が並列に接続され、さらに信頼度 0.95 の 1 個の要素が直列に接続されたシステムを考える。それぞれの要素は互いに独立であり、 $n$  は 2 以上の整数とする。システムの信頼度が 0.94 以上となるために必要な  $n$  の最小値について、最も適切なものはどれか。

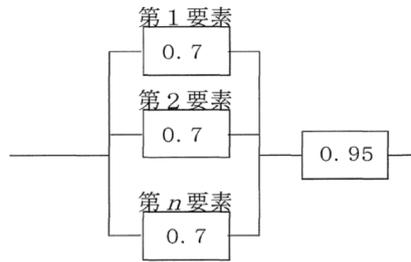


図 システム構成図と各要素の信頼度

- ① 2
- ② 3
- ③ 4
- ④ 5
- ⑤  $n$  に依らずシステムの信頼度は 0.94 未満であり、最小値は存在しない。

正解は③ ※システム信頼性としての出題は過去に数多くありますが、この出題内容は初めてです。  
 第 1 要素～第  $n$  要素の並列部分と 0.95 が直列で、全体の信頼度が 0.94 なのですから、並列部分の信頼度  $S \times 0.95 = 0.94$ 、よって  $S = 0.94 \div 0.95 \doteq 0.99$ 。(こういう時は電卓で「 $0.94 \div 0.95$ 」とするのではなく「 $94 \div 95$ 」とすべきですね)  
 ここで並列部分は 0.7 が  $n$  個並列になっているということは、 $1 - (1 - 0.7)^n = 1 - 0.3^n$  となり、これが 0.99 を越える  $n$  を求めればよいということになります。つまり  $0.99 \geq 1 - 0.3^n$  なのですから  $0.01 \leq 0.3^n$  となる  $n$  を求めることになります。ですから、 $\log 0.01 \div \log 0.3 = 3.8 \doteq 4$  なのですが、こんな計算は持ち込み可能な電卓ではできないので、当てはめ計算をします。5 択の場合真ん中の選択肢③をまず当てはめるといいでしょう。3 を当てはめると  $0.3^3 = 0.027$  なので  $1 - 0.3^3 = 0.973 < 0.99$ 。そこで選択肢④の 4 を当てはめると  $0.3^4 = 0.0081$  なので  $1 - 0.3^4 = 0.9919 > 0.99$ 。よって選択肢④が正解となります。  
 $0.99 \geq 1 - 0.3^n$  までわかったところで素早く当てはめ計算ができるかどうかですね。

2群 情報・論理に関するもの（全6問題から3問題を選択解答）

1-2-1 情報の圧縮に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 復号化によって元の情報を完全に復元でき、情報の欠落がない圧縮は可逆圧縮と呼ばれ、テキストデータ等の圧縮に使われることが多い。
- ② 復号化によって元の情報には完全には戻らず、情報の欠落を伴う圧縮は非可逆圧縮と呼ばれ、音声や映像等の圧縮に使われることが多い。
- ③ 静止画に対する代表的な圧縮方式として JPEG があり、動画に対する代表的な圧縮方式として MPEG がある。
- ④ データ圧縮では、情報源に関する知識（記号の生起確率など）が必要であり、情報源の知識が無い場合にはデータ圧縮することはできない。
- ⑤ 可逆圧縮には限界があり、どのような方式であっても、その限界を超えて圧縮することはできない。

正解は④ ※過去の出題はありません  
圧縮はアプリケーションがやってくれますから知識は不要です。

表  $f(x,y,z)$  の真理値表

1-2-2 下表に示す真理値表の演算結果と一致する、論理式  $f(x,y,z)$  として正しいものはどれか。ただし、変数  $X,Y$  に対して  $X+Y$  は論理和  $XY$  は論理積、 $\bar{X}$  は論理否定を表す。

$x$	$y$	$z$	$f(x,y,z)$
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

- ①  $f(x,y,z) = xy + z$
- ②  $f(x,y,z) = \bar{x}y + \bar{y}z$
- ③  $f(x,y,z) = xy + \bar{y}z$
- ④  $f(x,y,z) = xy + \bar{x}y$
- ⑤  $f(x,y,z) = xy + \bar{x}z$

正解は③ ※過去の出題はありません。  
①は  $z$  が 1 であれば必ず 1 以上の値になりますが、そうならないから×。  
②は  $xyz$  とともに 1 だと論理否定は 0 になり、2 項とも 0 になるはずですがから  $f(x,y,z) = 0$  のはずですがそうならないので×。  
④は論理積と論理否定の積ですから、 $x$  と  $y$  が 1 と 0 の組合せだと 2 項とも 0 になるはずですから  $f(x,y,z) = 0$  のはずですがそうならないので×。  
⑤は  $y$  と  $z$  が 0 なら  $f(x,y,z) = 0$  のはずですがそうならないので×。

1-2-3 標的型攻撃に対する有効な対策として、最も不適切なものはどれか。

- ① メール中のオンラインストレージの URL リンクを使用したファイルの受信は、正規のサービスかどうかを確認し、メールゲートウェイで検知する。
- ② 標的型攻撃への対策は、複数の対策を多層的に組合せて防御する。
- ③ あらかじめ組織内に連絡すべき窓口を設け、利用者が標的型攻撃メールを受信した際の連絡先として周知させる。
- ④ あらかじめシステムや実行ポリシーで、利用者の環境で実行可能なファイルを制限しておく。
- ⑤ 擬似的な標的型攻撃メールを利用者に送信し、その対応を調査する訓練を定期的実施する。

正解は① ※過去の出題はありませんが、ウィルスその他の問題は頻出しています。

「正規のサービスかどうか確認し」の部分が不適切と判断されます。というか、メールゲートウェイがそういった処理はしてくれるはずです。

1-2-4 補数表現に関する次の記述の、[ ]に入る補数の組合せとして、最も適切なものはどれか。

一般に、 $k$ 桁の  $n$ 進数  $X$  について、 $X$  の  $n$  の補数は  $n^k - X$ 、 $X$  の  $n-1$  の補数は  $(n^k - 1) - X$  をそれぞれ  $n$ 進数で表現したものと定義する。よって、3桁の10進数で表現した  $(956)_{10}$  の  $(n=)10$  の補数は、 $10^3$  から  $(956)_{10}$  を引いた  $(44)_{10}$  である。さらに  $(956)_{10}$  の  $(n-1=)9$  の補数は、 $10^3 - 1$  から  $(956)_{10}$  を引いた  $(43)_{10}$  である。同様に、6桁の2進数  $(100110)_2$  の2の補数は [ ア ]、1の補数は [ イ ] である。

- |   | ア            | イ            |
|---|--------------|--------------|
| ① | $(000110)_2$ | $(000101)_2$ |
| ② | $(011010)_2$ | $(011001)_2$ |
| ③ | $(000111)_2$ | $(000110)_2$ |
| ④ | $(011001)_2$ | $(011010)_2$ |
| ⑤ | $(011000)_2$ | $(011001)_2$ |

正解は② ※平成30年度問題1-2-3とほぼ同じ問題です。

6桁の2進数  $(100110)_2$  の2の補数は  $n^k - X$  より  $2^6 - (100110)_2 = (1000000)_2 - (100110)_2 = (011010)_2$  ですが、2進数での計算がわかりにくいと思うので10進数にすると、 $2^6 = 64$ 、 $(100110)_2 = 2^5 + 2^2 + 2^1 = 34 + 4 + 2 = 40$  なので、 $64 - 40 = 26 = 2^4 + 2^3 + 2^1 = (011010)_2$  となります。

次に1の補数は  $(n^k - 1) - X$  より  $(2^6 - 1) - (100110)_2 = 64 - 1 - 40 = 25 = 2^4 + 2^3 + 2^0 = (011001)_2$  となります。

1-2-5 次の [ ] に入る数値の組合せとして、最も適切なものはどれか。

次の図は2進数  $(a_n a_{n-1} \dots a_2 a_1 a_0)_2$  を10進数  $s$  に変換するアルゴリズムの流れ図である。ただし、 $n$  は0又は正の整数であり、 $a_i \in \{0,1\} (i = 0,1, \dots, n)$  である。

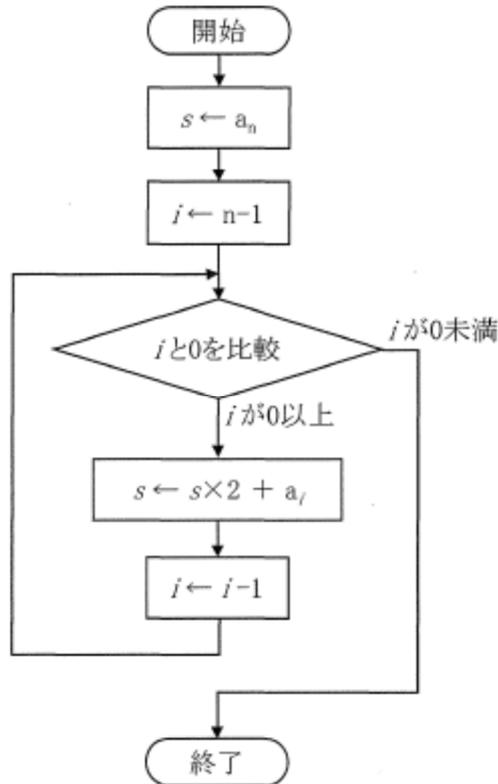


図  $s$  を求めるアルゴリズムの流れ図

このアルゴリズムを用いて2進数 $(1101)_2$ を10進数に変換すると、 $s$ には初め1が代入され、その後順に3, 6と更新され、最後に $s$ には13が代入されて終了する。このように $s$ が更新される過程を、

$$1 \rightarrow 3 \rightarrow 6 \rightarrow 13$$

と表すことにする。同様に、2進数 $(11010101)_2$ を10進数に変換すると、 $s$ は次のように更新される。

$$1 \rightarrow 3 \rightarrow 6 \rightarrow 13 \rightarrow [ \text{ア} ] \rightarrow [ \text{イ} ] \rightarrow [ \text{ウ} ] \rightarrow 213$$

- |   |    |    |     |
|---|----|----|-----|
|   | ア  | イ  | ウ   |
| ① | 25 | 52 | 105 |
| ② | 25 | 52 | 106 |
| ③ | 26 | 52 | 105 |
| ④ | 26 | 53 | 105 |
| ⑤ | 26 | 53 | 106 |

正解は⑤ ※過去の出題はありませんが、アルゴリズム問題自体は比較的よく出ています。

4 ループ目では  $s = 13 \times 2 + 0 = 26$ 、5 ループ目は  $26 \times 2 + 1 = 53$ 、6 ループ目は  $53 \times 2 + 0 = 106$  になります。 $s \times 2 + a_i$  の  $a_i$  が、左から何桁目かがわかればすぐ解けます。

1-2-6 次の [ ] に入る数値の組合せとして、最も適切なものはどれか。

アクセス時間が 50[ns] のキャッシュメモリとアクセス時間が 450[ns] の主記憶からなる計算機システムがある。呼び出されたデータがキャッシュメモリに存在する確率をヒット率という。ヒット率が 90% のときこのシステムの実効アクセス時間として最も近い値は [ ア ] となり、主記憶だけの場合に比べて平均 [ イ ] 倍の速さで呼び出しができる。

- |   | ア       | イ |
|---|---------|---|
| ① | 45 [ns] | 2 |
| ② | 60 [ns] | 2 |
| ③ | 60 [ns] | 5 |
| ④ | 90 [ns] | 2 |
| ⑤ | 90 [ns] | 5 |

正解は⑤ ※過去の出題はありません。

ヒット率 90% ということは、9 割は 50ns、1 割は 450ns なのですから、 $50 \times 0.9 + 450 \times 0.1 = 90\text{ns}$  で、450ns に比べると 5 倍となります。ごくごく簡単な計算で、サービス計算問題といえるでしょう。

### 3群 解析に関するもの（全6問題から3問題を選択解答）

1-3-1 3次元直交座標系  $(x, y, z)$  におけるベクトル  $V = (V_x, V_y, V_z) = (x, x^2y + yz^2, z^3)$  の  $r$  点  $(1, 3, 2)$  での発散  $\text{div } V = \frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} + \frac{\partial V_z}{\partial z}$  の値として、最も適切なものはどれか。

- ①  $(-12, 0, 6)$     ②  $18$     ③  $24$     ④  $(1, 15, 8)$     ⑤  $(1, 5, 12)$

正解は② ※令和元年度問題 1-3-1 と類似問題。  
解説省略。

1-3-2 関数  $f(x, y) = x^2 + 2xy + 3y^2$  の  $(1, 1)$  における最急勾配の大きさ  $\|\text{grad } f\|$  として、最も適切なものはどれか。なお、勾配  $\text{grad } f$  は  $\text{grad } f = \left(\frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y}\right)$  である。

- ①  $6$     ②  $(4, 8)$     ③  $12$     ④  $4\sqrt{5}$     ⑤  $\sqrt{2}$

正解は④ ※過去の出題はありません。  
解説省略。

1-3-3 数値解析の誤差に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 有限要素法において、要素分割を細かくすると、一般に近似誤差は大きくなる。
- ② 数値計算の誤差は、対象となる物理現象の法則で定まるので、計算アルゴリズムを改良しても誤差は減少しない。
- ③ 浮動小数点演算において、近接する2数の引き算では、有効桁数が失われる桁落ち誤差を生じることがある。
- ④ テイラー級数展開に基づき、微分方程式を差分方程式に置き換えるときの近似誤差は、格子幅によらずほぼ一定値となる。
- ⑤ 非線形現象を線形方程式で近似しても、線形方程式の数値計算法が数学的に厳密であれば、得られる結果には数値誤差はないとみなせる。

正解は③ ※H27問題 1-3-3 と同じで、選択肢の順序を入れ替えてあるだけです。

- ①…× 要素分割を細かくすると計算回数が増え、近似誤差が小さくなります。
- ②…× ①や④のように格子幅、要素分割を細かくするだけでも近似誤差が減少します。
- ③…○ 浮動小数点演算過程で、絶対値のほぼ等しい数の差を計算したときに有効桁数が大幅に減少するための誤差を「桁落ち誤差」と言います。
- ④…× 格子幅が小さいほど計算回数が増え、近似誤差が小さくなることは数値解析法の趣旨を理解していれば推測できます。
- ⑤…× 数値解析法は厳密な数学では解決できない分野における近似誤差を伴う計算法です。数値解析法はあくまで「近似解」であり、「厳密解」でないことを理解しましょう。

1-3-4 有限要素法において三角形要素の剛性マトリクスを求める際、面積座標がしばしば用いられる。下図に示す△ABCの内部（辺上も含む）の任意の点Pの面積座標は、 $(S_A/S, S_B/S, S_C/S)$ で表されるものとする。ここで、 $S, S_A, S_B, S_C$ はそれぞれ、△ABC、△PBC、△PCA、△PABの面積である。△ABCの三辺の長さの比が、 $AB : BC : CA = 3 : 4 : 5$ であるとき、△ABCの内心と外心の面積座標の組合せとして、最も適切なものはどれか。

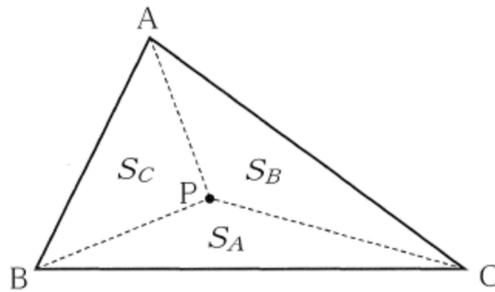


図 △ABCとその内部の点P

- |   | 内心の面積座標            | 外心の面積座標           |
|---|--------------------|-------------------|
| ① | $(1/4, 1/5, 1/3)$  | $(1/2, 0, 1/2)$   |
| ② | $(1/4, 1/5, 1/3)$  | $(1/3, 1/3, 1/3)$ |
| ③ | $(1/3, 1/3, 1/3)$  | $(1/2, 0, 1/2)$   |
| ④ | $(1/3, 5/12, 1/4)$ | $(1/2, 0, 1/2)$   |
| ⑤ | $(1/3, 5/12, 1/4)$ | $(1/3, 1/3, 1/3)$ |

正解は④ ※H25 問題 1-3-3 と類似の問題です。

解説省略。

1-3-5 下図に示すように、1つの質点がばねで固定端に結合されているばね質点系 A, B, C がある。図中のばねのばね定数  $k$  はすべて同じであり、質点の質量  $m$  はすべて同じである。ばね質点系 A は質点が水平に単振動する系、B は斜め  $45$  度に単振動する系、C は垂直に単振動する系である。ばね質点系 A, B, C の固有振動数を  $f_A, f_B, f_C$  としたとき、これらの大小関係として、最も適切なものはどれか。ただし、質点に摩擦は作用しないものとし、ばねの質量については考慮しないものとする。

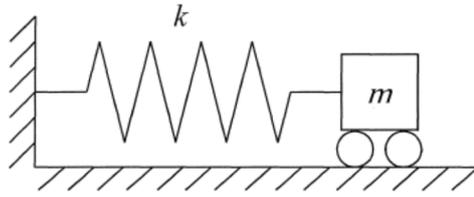


図1 ばね質点系 A

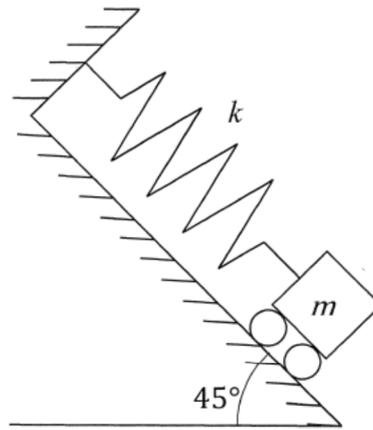


図2 ばね質点系 B

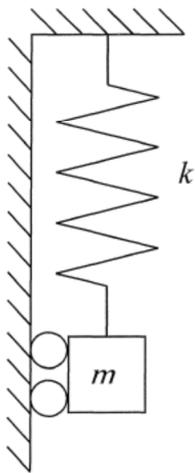


図3 ばね質点系 C

- ①  $f_A = f_B = f_C$
- ②  $f_A > f_B > f_C$
- ③  $f_A < f_B < f_C$
- ④  $f_A = f_C > f_B$
- ⑤  $f_A = f_C < f_B$

正解は① ※過去の出題はありません。

固有振動数の問題は感覚で解けるものが多いので狙い目です。ばねが同じであり、数や固定点数も同じなのですから、固有振動数は変わるはずがありません。

1-3-6 下図に示すように、円管の中を水が左から右へ流れている。点 a、点 b における圧力、流速及び管の断面積をそれぞれ  $P_a$ 、 $V_a$ 、 $A_a$  及び  $P_b$ 、 $V_b$ 、 $A_b$  とする。流速  $V_b$  を表す式として最も適切なものはどれか。ただし  $\rho$  は水の密度で、水は非圧縮の完全流体とし、粘性によるエネルギー損失はないものとする。

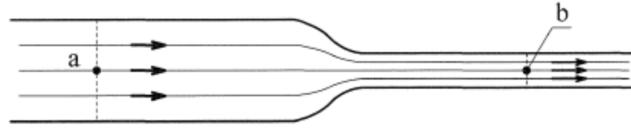


図 円管の中の水の流れ

①  $V_b = \frac{A_b}{A_a} \sqrt{\frac{P_b - P_a}{\rho}}$

②  $V_b = \frac{A_a}{A_b} \sqrt{\frac{P_a - P_b}{\rho}}$

③  $V_b = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{A_b}{A_a}}} \sqrt{\frac{2(P_b - P_a)}{\rho}}$

④  $V_b = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{A_b}{A_a}}} \sqrt{\frac{2(P_a - P_b)}{\rho}}$

⑤  $V_b = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{A_b}{A_a}\right)^2}} \sqrt{\frac{2(P_a - P_b)}{\rho}}$

正解は⑤ ※過去の出題はありません。  
解説省略。

4群 材料・化学・バイオに関するもの（全6問題から3問題を選択解答）

1-4-1 次の有機化合物のうち、同じ質量の化合物を完全燃焼させたとき、二酸化炭素の生成量が最大となるものはどれか。ただし、分子式右側の（）内の数値は、その化合物の分子量である。

- ① メタン CH<sub>4</sub> (16)
- ② エチレン C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> (28)
- ③ エタン C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> (30)
- ④ メタノール CH<sub>3</sub>OH (32)
- ⑤ エタノール C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH (46)

正解は② ※H27年度の問題1-4-1と同じ（選択肢の②と④が入れ替えてあるだけ）です。

CO<sub>2</sub>の生成量が多いということはC原子の数が多いということになります。②③⑤は1分子中にC原子が2個あります。ということは、分子量が小さいほど同じ質量であれば分子の数（モル数）が多いことになります。よって②③⑤の中では②が最もCのモル数が多くなります。次に①④は1分子中にC原子が1個ですから、分子量が②の1/2以下であればCのモル数が②より多くなります。①の分子量が最低ですが、②の1/2（14）よりは大きいので②がモル数最大となります。このように考えると、モル数は②>③>①>⑤>④となります。実際に仮に各100gとして燃焼計算すると、二酸化炭素の発生量は(化学反応式略)、① 6.25モル、②7.14モル、③ 6.67モル、④ 3.125モル、⑤ 4.347モルです。

1-4-2 下記a～dの反応は、代表的な有機化学反応である付加、脱離、置換、転位の4種類の反応のうちいずれかに分類される。置換反応2つの組合せとして最も適切なものはどれか。



- ① (a, b)
- ② (a, c)
- ③ (a, d)
- ④ (b, c)
- ⑤ (b, d)

正解は③ ※過去の出題はありません。

解説省略

1-4-3 鉄、銅、アルミニウムの密度、電気抵抗率、融点について、次の（ア）～（オ）の大小関係の組合せとして、最も適切なものはどれか。ただし、密度及び電気抵抗率は 20 [°C] での値、融点は 1 気圧での値で比較するものとする。

- （ア） 鉄 > 銅 > アルミニウム
- （イ） 鉄 > アルミニウム > 銅
- （ウ） 銅 > 鉄 > アルミニウム
- （エ） 銅 > アルミニウム > 鉄
- （オ） アルミニウム > 鉄 > 銅

	密度	電気抵抗率	融点
①	（ア）	（ウ）	（オ）
②	（ア）	（エ）	（オ）
③	（イ）	（エ）	（ア）
④	（ウ）	（イ）	（ア）
⑤	（ウ）	（イ）	（オ）

正解は④ ※H28年度の問題 1-4-3 と同じ内容です。（ア～オおよび選択肢の順序等が変えてあります）  
密度は感覚的にアルミニウムが最小、電気抵抗率は電気伝導率の逆を考えればいいので、銅 > 鉄。

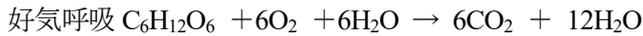
1-4-4 アルミニウムの結晶構造に関する次の記述の、[ ]に入る数値や数式の組合せとして、最も適切なものはどれか。

アルミニウムの結晶は室温・大気圧下において面心立方構造を持っている。その一つの単位胞は[ ア ]の原子を含み、配位数が[ イ ]である。単位胞となる立方体の一辺の長さを  $a$  [cm]、アルミニウム原子の半径を  $R$  [cm] とすると、[ ウ ]の関係が成り立つ。

	ア	イ	ウ
①	2	12	$a=4R/\sqrt{3}$
②	2	8	$a=4R/\sqrt{3}$
③	4	12	$a=4R/\sqrt{3}$
④	4	8	$a=2\sqrt{2}R$
⑤	4	12	$a=2\sqrt{2}R$

正解は⑤ ※過去の出題はありません。  
解説省略

1-4-5 アルコール酵母菌のグルコース( $C_6H_{12}O_6$ ) を基質とした好気呼吸とエタノール発酵は次の化学反応式で表される。



いま、アルコール酵母菌に基質としてグルコースを与えたところ、酸素を2モル吸収した。好気呼吸で消費されたグルコースとエタノール発酵で消費されたグルコースのモル比が1:6であった際の、二酸化炭素発生量として最も適切なものはどれ。

- ①3 モル    ②4 モル    ③6 モル    ④8 モル    ⑤12 モル

正解は③ ※H25年度問題1-4-6と同じテーマですが、CO<sub>2</sub>発生量を与えてモル比を問う問題を、モル比を与えてCO<sub>2</sub>発生量を問う問題にアレンジしてあります。

二酸化炭素の好気呼吸とグルコース発酵のモル比を  $X_1 : X_2$  とします。反応式より、同じモル数のグルコースを消費した場合に発生する二酸化炭素のモル数は、好気呼吸3:エタノール発酵1であることがわかります。グルコースのモル比が1:6なので、 $X_1/3 : X_2/1 = 1 : 6$  となります。よって、 $6X_1/3 = X_2/1$ 。よって  $2X_1 = X_2$ 。すなわち  $X_1 : X_2$  は1:2となります。

好気呼吸では酸素と二酸化炭素は等量になるので、酸素2モル消費→二酸化炭素2モル= $X_1$ 。従って  $X_2 = X_1 \times 2 = 4$  モルで、合計6モルです。

1-4-6 PCR (ポリメラーゼ連鎖反応) 法は、細胞や血液サンプルから DNA を高感度で増幅することができるため、遺伝子診断や微生物検査、動物や植物の系統調査等に用いられている。PCR 法は通常、(1) DNA の熱変性、(2)プライマーのアニーリング、(3)伸長反応の3段階からなっている。PCR 法に関する記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① DNA の熱変性では、2本鎖DNAの共有結合を切断して1本鎖DNAに解離させるために加熱を行う。
- ② アニーリング温度を上げすぎると、1本鎖DNAに対するプライマーの非特異的なアニーリングが起こりやすくなる。
- ③ 伸長反応の時間は増幅したい配列の長さによって変える必要があり、増幅したい配列が長くなるにつれて伸長反応時間は短くする。
- ④ 耐熱性の高いDNAポリメラーゼが、PCR法に適している。
- ⑤ PCR法により増幅したDNAには、プライマーの塩基配列は含まれない。

正解は④ ※PCR検査のPCRです。過去の出題はありません。

①: × 共有結合ではなく水素結合を切断します。

②: × プライマーがターゲット配列に特異的に結合できなくなります。

③: × 増幅したい配列が長くなるにつれて伸長反応時間は長くなります。

⑤: × PCRの初めのサイクル終了後には、オリジナルのターゲットと同一の配列を持つ新しいDNA鎖が2本合成されます。

5 群 環境・エネルギー・技術に関するもの（全 6 問題から 3 問題を選択解答）

1-5-1 プラスチックごみ及びその資源循環に関する（ア）～（オ）の記述について、それぞれの正誤の組合せとして、最も適切なものはどれか。

- (ア) 近年、マイクロ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が、マイクロプラスチックとは一般に 5mm 以下の微細なプラスチック類のことを指している。
- (イ) 海洋プラスチックごみは世界中において発生しているが、特に先進国から発生しているものが多いと言われている。
- (ウ) 中国が廃プラスチック等の輸入禁止措置を行う直前の 2017 年において、日本国内で約 900 万トンの廃プラスチックが排出されそのうち約 250 万トンがリサイクルされているが、海外に輸出され海外でリサイクルされたものは 250 万トンの半数以下であった。
- (エ) 2019 年 6 月に政府により策定された「プラスチック資源循環戦略」においては、基本的な対応の方向性を「3R + Renewable」として、プラスチック利用の削減、再使用、再生利用の他に、紙やバイオマスプラスチックなどの再生可能資源による代替を、その方向性に含めている。
- (オ) 陸域で発生したごみが河川等を通じて海域に流出されることから、陸域での不法投棄やポイ捨て撲滅の徹底や清掃活動の推進などもプラスチックごみによる海洋汚染防止において重要な対策となる。

- ア イ ウ エ オ
- ① 正 正 誤 正 誤
- ② 正 誤 誤 正 正
- ③ 正 正 正 誤 誤
- ④ 誤 誤 正 正 正
- ⑤ 誤 正 誤 誤 正

正解は② ※過去の出題例はありません。

(イ) : × 途上国（特に東アジア）から発生しているものが多くなっています。

(ウ) : × 2017 年の輸出量は 140 万トン程度で半数以上です。

1-5-2 生物多様性の保全に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 生物多様性に悪影響を及ぼすおそれのある遺伝子組換え生物等の移送、取り扱い、利用の手続き等について、国際的な枠組みに関する議定書が採択されている。
- ② 移入種（外来種）は在来の生物種や生態系に様々な影響を及ぼし、なかには在来種の駆逐を招くような重大な影響を与えるものもある。
- ③ 移入種問題は、生物多様性の保全上、最も重要な課題の 1 つとされているが、我が国では動物愛護の観点から、移入種の駆除の対策は禁止されている。
- ④ 生物多様性条約は、1992 年にリオデジャネイロで開催された国連環境開発会議において署名のため開放され、所定の要件を満たしたことから、翌年、発効した。
- ⑤ 生物多様性条約の目的は、生物の多様性の保全、その構成要素の持続可能な利用及び遺伝資源の利用から生ずる利益の公正かつ衡平な配分を実現することである。

正解は③ ※H28 年度問題 1-5-2 と同じ問題（選択肢を入れ替えただけ）です。

特定外来種について、駆除などの対策がとられています。

1-5-3 日本のエネルギー消費に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 日本全体の最終エネルギー消費は 2005 年度をピークに減少傾向になり、2011 年度からは東日本大震災以降の節電意識の高まりなどによってさらに減少が進んだ。
- ② 産業部門と業務他部門全体のエネルギー消費は、第一次石油ショック以降、経済成長する中でも製造業を中心に省エネルギー化が進んだことから同程度の水準で、推移している。
- ③ 1 単位の国内総生産 (GDP) を産出するために必要な一次エネルギー消費量の推移を見ると、日本は世界平均を大きく下回る水準を維持している。
- ④ 家庭部門のエネルギー消費は、東日本大震災以降も、生活の利便性・快適性を追求する国民のライフスタイルの変化や世帯数の増加等を受け、継続的に増加している。
- ⑤ 運輸部門 (旅客部門) のエネルギー消費は 2002 年度をピークに減少傾向に転じたが、これは自動車の燃費が改善したことに加え、軽自動車やハイブリッド自動車など低燃費な自動車のシェアが高まったことが大きく影響している。

正解は④ ※過去の出題はありません。

2010 年度までは個人消費や世帯数が伸びましたが、トップランナー制度などによる省エネルギー技術の普及と国民の環境保護意識の高揚に伴って、家庭部門のエネルギー消費量はほぼ横ばいとなりました。さらに東日本大震災以降は国民の節電など省エネルギー意識の高まりにより、個人消費や世帯数の増加に反して低下傾向にあります。近年は省エネルギー機器の普及とともに、個人消費とエネルギー消費の相関が弱まってきています。

1-5-4 エネルギー情勢に関する次の記述の、[ ] に入る数値又は語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

日本の電源別発電電力量(一般電気事業用)のうち、原子力の占める割合は 2010 年度時点で [ ア ] % 程度であった。しかし、福島第一原子力発電所の事故などの影響で、原子力に代わり天然ガスの利用が増えた。現代の天然ガス火力発電は、ガスタービン技術を取り入れた [ イ ] サイクルの実用化などにより発電効率が低い。天然ガスは、米国において、非在来型資源のひとつである [ ウ ] ガスの生産が 2005 年以降顕著に拡大しており、日本も既に米国から [ ウ ] ガス由来の液化天然ガス (LNG) の輸出を始めている。

- |   | ア  | イ      | ウ      |
|---|----|--------|--------|
| ① | 30 | コンバインド | シェール   |
| ② | 20 | コンバインド | シェール   |
| ③ | 20 | 再熱再生   | シェール   |
| ④ | 30 | コンバインド | タイトサンド |
| ⑤ | 30 | 再熱再生   | タイトサンド |

正解は① ※H24 年度問題 1-5-3 とほぼ同じ問題 (選択肢を若干更新して順序を入れ替えただけ) です。

コンバインドサイクル、オイルシェールはよく聞かれる言葉ですから最低限知っておくべきです。よってあとは原子力が 20%か 30%かですが、これも東日本大震災後によく聞かれましたね。

1-5-5 日本の工業化は明治維新を経て大きく進展していった。この明治維新から第二次世界大戦に至るまでの日本の産業技術の発展に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 江戸時代に成熟していた手工業的な産業が、明治維新によって開かれた新市場において、西洋技術を取り入れながら独自の発展を生み出していった。
- ② 西洋の先進国で標準化段階に達した技術一式が輸入され、低賃金の労働力によって価格競争力の高い製品が生産された。
- ③ 日本工学会に代表される技術系学協会は、欧米諸国とは異なり大学などの高学歴出身者たちによって組織された。
- ④ 工場での労働条件を改善しながら国際競争力を強化するために、テイラーの科学的管理法が注目され、その際に統計的品質管理の方法が導入された。
- ⑤ 工業化の進展にともない、技術官僚たちは行政における技術者の地位向上運動を展開した。

正解は④または③ ※過去の出題はありません。出題ミスによりどちらも正解となりました。

③必ずしもそうではありません。

④科学的管理法はアメリカから伝わりましたが、統計的品質管理は伝わりませんでした。

1-5-6 次の(ア)～(オ)の科学史・技術史上の著名な業績を、古い順から並べたものとして、最も適切なものはどれか。

- (ア) マリー及びピエール・キュリーによるラジウム及びポロニウムの発見
- (イ) ジェンナーによる種痘法の開発
- (ウ) ブラッテン、パーディーン、ショックレーによるトランジスタの発明
- (エ) メンデレーエフによる元素の周期律の発表
- (オ) ド・フォレストによる三極真空管の発明

- ① イーエーアオーウ
- ② イーエーオーウーア
- ③ イーオーエーアオーウ
- ④ エーイーオーアオーウ
- ⑤ エーオーイーアオーウ

正解は① ※H28年度問題1-5-6とほぼ同じ(選択肢の一部を変えて順序を入れ替えただけ)です。

ウやオが後のほうであるのはなんとなくわかると思います。