

基礎科目 2022 (R04) 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 金属材料の一般的性質に関する次の(A)～(D)の記述の、[]に入る語句の組合せとして、適切なものはどれか。

- (A) 疲労限度線図では、規則的な繰り返し応力における平均応力を [ア] 方向に変更すれば、少ない繰り返し回数で疲労破壊する傾向が示されている。
- (B) 材料に長時間一定荷重を加えるとひずみが時間とともに増加する。これをクリープという。[イ] ではこのクリープが顕著になる傾向がある。
- (C) 弾性変形下では、縦弾性係数の値が [ウ] と少しの荷重でも変形しやすい。
- (D) 部材の形状が急に変化する部分では、局所的に von Mises 相当応力 (相当応力) が [エ] なる。

- ① (ア) 引張 (イ) 材料の温度が高い状態 (ウ) 小さい (エ) 大きく
- ② (ア) 引張 (イ) 材料の温度が高い状態 (ウ) 大きい (エ) 小さく
- ③ (ア) 圧縮 (イ) 材料の温度が高い状態 (ウ) 小さい (エ) 小さく
- ④ (ア) 圧縮 (イ) 引張強さが大きい材料 (ウ) 小さい (エ) 大きく
- ⑤ (ア) 引張 (イ) 引張強さが大きい材料 (ウ) 大きい (エ) 大きく

正解は① ※過去の出題はありませんが、疲労やクリープ、弾性変形の問題はそれなりに出ています。
(ア) は、繰り返し引っ張ると繰り返し圧縮するのと、どちらが疲労が進むか考えれば感覚的にわかるとおもいます。
(イ) は、引っ張り強さが大きい材料でクリープが顕著になるわけがないので、常識的にわかります。
(ウ) は、弾性係数が大きいと変形しにくいのですから、常識的に「小さい」だとわかります。
(エ) は、急変するのですから大きな応力がかかったのだろうと、これも常識的にわかります。
以上により、ほぼ感覚的に、常識的に正解はわかります。かなりのサービス問題ですね。

1-1-2 確率分布に関する次の記述のうち、不適切なものはどれか。

- ① 1個のサイコロを振ったときに、1から6までのそれぞれの目が出る確率は、一様分布に従う。
- ② 大量生産される工業製品のなかで、不良品が発生する個数は、ポアソン分布に従うと近似できる。
- ③ 災害が起こってから次に起こるまでの期間は、指数分布に従うと近似できる。
- ④ ある交差点における5年間の交通事故発生回数は、正規分布に従うと近似できる。
- ⑤ 1枚のコインを5回投げたときに、表が出る回数は、二項分布に従う。

正解は④ ※過去の出題はありません。
ポアソン分布に従うと近似できます。発生可能性が低いときはポアソン分布を利用します。

1-1-3 次の記述の、[]に入る語句として、適切なものはどれか。

ある棒部材に、互いに独立な引張力 F_a と圧縮力 F_b が同時に作用する。引張力 F_a は平均 300N、標準偏差 30N の正規分布に従い、圧縮力 F_b は平均 200N、標準偏差 40N の正規分布に従う。棒部材の合力が 200N 以上の引張力となる確率は [] となる。ただし、平均 0、標準偏差 1 の正規分布で値が z 以上となる確率は以下の表により表される。

表 標準正規分布に従う確率変数 z と上側確率

z	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
確率 [%]	15.9	6.68	2.28	0.62	0.13

- ① 0.2%未満
- ② 0.2%以上 1%未満
- ③ 1%以上 5%未満
- ④ 5%以上 10%未満
- ⑤ 10%以上

正解は③ ※H27 問題 1-1-5 に類似問題が出ています。

統計（誤差）の問題です。まず平均値で合力を出します。 $300 - 200 = 100$ （引張と圧縮で逆方向なので、圧縮をマイナスにする）。本来 100 であるものが 200 になるのですから誤差は $200 - 100 = 100$ です。次に標準偏差は、分散の加法性で計算します。それぞれの分散は標準偏差の二乗ですから $\sigma^2 = \sigma_a^2 + \sigma_b^2 = 30^2 + 40^2 = 900 + 1600 = 2500$ 。よって $\sigma = \sqrt{2500} = 50$ 。つまり $50z$ が誤差 100 を越えないといけないので、 $50z \geq 100$ より、 $z \geq 2$ 。表より確率は 2.28%なので、該当する選択肢は③。

1-1-4 ある工業製品の安全率を x とする ($x > 1$)。この製品の期待損失額は、製品に損傷が生じる確率とそ
の際の経済的な損失額の積として求められ、損傷が生じる確率は $1/(1+x)$ 、経済的な損失額は 9 億円
である。一方、この製品を造るための材料費やその調達を含む製造コストが x 億円であるとした場合に、
製造にかかる総コスト（期待損失額と製造コストの合計）を最小にする安全率 x の値はどれか。

- ① 2.0
- ② 2.5
- ③ 3.0
- ④ 3.5
- ⑤ 4.0

正解は① ※H20 問題 1-1-5 とほぼ同じで数字だけ変えてあります。

トータルコスト C は、コスト + 見込み損害額なので、 $C = x + 9/(1+x)^2$ になります（見込み損害額 = 損害額 ÷ 損害発生確率）。

ここから先は、当てはめ計算と微分計算のどちらかの方法があります。

（当てはめ計算の場合）

当てはめ計算をする場合は上式に $X=3$ 、 $X=4$ 、 $X=5 \dots$ を当てはめて C を算出します。

$$x=2.0 \text{ のとき } \dots C = 2.0 + 9 / (1+2.0)^2 = 2.0 + 9 \div 9.00 = 3.00$$

$$x=2.5 \text{ のとき } \dots C = 2.5 + 9 / (1+2.5)^2 = 2.5 + 9 \div 12.25 = 3.23$$

$$x=3.0 \text{ のとき } \dots C = 3.0 + 9 / (1+3.0)^2 = 3.0 + 9 \div 16.00 = 3.56$$

$$x=3.5 \text{ のとき } \dots C = 3.5 + 9 / (1+3.5)^2 = 3.5 + 9 \div 20.25 = 3.94$$

$$x=4.0 \text{ のとき } \dots C = 4.0 + 9 / (1+4.0)^2 = 4.0 + 9 \div 25.00 = 4.36$$

よって $x=2.0$ のときが最小。よって正解は①。

（微分計算）

$$C = x + 9 / (1+x)^2$$

$$dy/dx = x^0 = 1, 9(1+x)^{-2} \text{ より } (9 \times -2)(1+x)^{-2-1} = -18(1+x)^{-3}, \text{ よって } 1 - 18(1+x)^{-3}$$

$$18 / (1+x)^3 = 1 \quad \therefore (1+x)^3 / 18 = 1/1 \quad \therefore (1+x)^3 = 18 \div 2.62 \quad \therefore x = 1.62$$

以上により、 $x = 1.62$ の時が最小。近い選択肢は①。

許可されている電卓では三乗根が計算できないので、当てはめ計算が現実的です。

1-1-5 次の記述の、[]に入る語句の組合せとして、適切なものはどれか。

断面が円形の等分布荷重を受ける片持ばりにおいて、最大曲げ応力は断面の円の直径の [ア] に [イ] し、最大たわみは断面の円の直径の [ウ] に [イ] する。また、この断面を円から長方形に変更すると、最大曲げ応力は断面の長方形の高さの [エ] に [イ] する。ただし、断面形状ははりの長さ方向に対して一様である。また、はりの長方形断面の高さ方向は荷重方向に一致する。

- ① (ア) 3 乗 (イ) 比例 (ウ) 4 乗 (エ) 3 乗
- ② (ア) 4 乗 (イ) 比例 (ウ) 3 乗 (エ) 2 乗
- ③ (ア) 3 乗 (イ) 反比例 (ウ) 4 乗 (エ) 2 乗
- ④ (ア) 4 乗 (イ) 反比例 (ウ) 3 乗 (エ) 3 乗
- ⑤ (ア) 3 乗 (イ) 反比例 (ウ) 4 乗 (エ) 3 乗

正解は③ ※過去の出題はありません。

直径 d の円柱片持ち梁の断面係数 $Z = \pi d^3 / 32$ なので (ア) は 3 乗、直径が大きいほど曲がりにくいことは想像できると思うので、(イ) は反比例、たわみは円柱片持ち梁の断面二次モーメント $I = \pi d^4 / 64$ なので (ウ) は 4 乗、これを長方形にすると断面係数は $Z = bh^2 / 6$ なので (エ) は 2 乗となります。断面係数が「円は 3 乗、長方形は 2 乗」と覚えていれば、(イ) は感覚的に反比例なので答えは導けるでしょう。

1-1-6 ある施設の計画案 (ア) ~ (オ) がある。これらの計画案による施設の建設によって得られる便益が、将来の社会条件 a、b、c により表 1 のように変化するものとする。また、それぞれの計画案に要する建設費用が表 2 に示されるとおりとする。将来の社会条件の発生確率が、それぞれ a=70%、b=20%、c=10% と予測される場合、期待される価値 (= 便益 - 費用) が最も大きくなる計画案はどれか。

表 1 社会条件によって変化する便益 (単位: 億円)

計画案 社会条件	ア	イ	ウ	エ	オ
a	5	5	3	6	7
b	4	4	6	5	4
c	4	7	7	3	5

表 2 計画案に要する建設費用 (単位: 億円)

計画案	ア	イ	ウ	エ	オ
建設費用	3	3	3	4	6

- ① ア
- ② イ
- ③ ウ
- ④ エ
- ⑤ オ

正解は② ※H19 問題 1-1-5 とほぼ同じで数字だけ変えてあります。

まずは問題文の意味を頭に入れましょう。たとえば計画案アの条件 a に着目します。期待できる便益は 5 億円ですが、これが発生する確率は 70% です。よって、期待値は $5 \text{ 億円} \times 70\% = 3.5 \text{ 億円}$ となります。同様に b、c についても期待値を計算すると、b は $4 \text{ 億円} \times 20\% = 0.8 \text{ 億円}$ 、c は $4 \text{ 億円} \times 10\% = 0.4 \text{ 億円}$ となり、合計 4.7 億円となります。そして建設費用が 3 億円かかるのですから、 $4.7 \text{ 億円} - 3 \text{ 億円} = 1.7 \text{ 億円}$ が期待値になります。ひとまとめにして書くと、 $5 \times 0.7 + 4 \times 0.2 + 4 \times 0.1 - 3 = 1.7$ となります。なお、手早くやるには「 $\times 0.6$ 」などとせず「 $\times 6$ 」というようにして単位を「億円」ではなく「千万円」にしてしまうと楽です。この場合、計画案アの期待値は 17 となります。

同様に計画案イ~オについて計算すると、

(イ) $5 \times 7 + 4 \times 2 + 7 \times 1 - 3 = 20$ 、(ウ) $3 \times 7 + 6 \times 2 + 7 \times 1 - 3 = 10$ 、

(エ) $6 \times 7 + 5 \times 2 + 3 \times 1 - 4 = 15$ 、(オ) $7 \times 7 + 4 \times 2 + 5 \times 1 - 6 = 2$

となり、(イ) の期待値が最も高くなります。

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 テレワーク環境における問題に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① Web 会議サービスを利用する場合、意図しない参加者を会議へ参加させないためには、会議参加用の URL を参加者に対し安全な通信路を用いて送付すればよい。
- ② 各組織のネットワーク管理者は、テレワークで用いる VPN 製品等の通信機器の脆弱性について、常に情報を収集することが求められている。
- ③ テレワーク環境では、オフィス勤務の場合と比較してフィッシング等の被害が発生する危険性が高まっている。
- ④ ソーシャルハッキングへの対策のため、第三者の出入りが多いカフェやレストラン等でのテレワーク業務は避ける。
- ⑤ テレワーク業務におけるインシデント発生時において、適切な連絡先が確認できない場合、被害の拡大につながるリスクがある。

正解は① ※過去の出題はありませんが、セキュリティ関係の問題は頻出しています。
URL が漏れたら誰でも参加できます。待機室に入室後に主催者が確認しての入室許可が一般的です。

1-2-2 4つの集合 A、B、C、D が以下の4つの条件を満たしているとき、集合 A、B、C、D すべての積集合の要素数の値はどれか。

- 条件1：A、B、C、D の要素数はそれぞれ 11 である。
- 条件2：A、B、C、D の任意の 2 つの集合の積集合の要素数はいずれも 7 である。
- 条件3：A、B、C、D の任意の 3 つの集合の積集合の要素数はいずれも 4 である。
- 条件4：A、B、C、D すべての和集合の要素数は 16 である。

- ① 8 ② 4 ③ 2 ④ 1 ⑤ 0

正解は③? ※過去の出題はありませんが、ベン図を使う問題は時々出ています。

集合 A~D の要素数のうちダブリのない部分を a、2 要素がダブっている部分を b、3 要素がダブっている部分を c、4 要素がダブっている部分（本問の解答となる値）を d とします。その上で条件 1~4 に当てはめてみます。

条件 1： $a + 2b + 3c + d = 11$

条件 2： $b + 2c + d = 7$

条件 3： $c + d = 4$

条件 4： $4a + 4b + 4c + d = 16$

条件 2 (×2) から条件 1 を引いて、

$$\begin{array}{r} 2b + 4c + 2d = 14 \\ -a - 2b - 3c - d = -11 \\ \hline -a + c + d = 3 \end{array}$$

条件 3 の $c + d = 4$ を差し引けば、 $-a = -1$ 。よって $a = 1$ 。よって条件 1 は $2b + 3c + d = 10$ 。

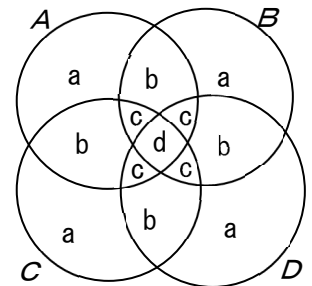
これから条件 2 を引いて、

$$\begin{array}{r} 2b + 3c + d = 10 \\ -b - 2c - d = -7 \\ \hline b + c = 3 \end{array}$$

$a = 1$ 、 $b + c = 3$ を条件 4 に当てはめて、 $4a + 4b + 4c + d = 16 = 4 + 4 \times 3 + d = 16 + d = 16 \quad \therefore d = 0$

正解選択肢は⑤になるはずなのだが...

条件 4 が 16 ではなく 18 であれば $d = 2$ となるので正解は③で正しいのだが...誤問か?



1-2-3 仮想記憶のページ置換手法として LRU(Least Recently Used) が使われており、主記憶に格納できるページ数が 3、ページの主記憶からのアクセス時間が H [秒]、外部記憶からのアクセス時間が M [秒] であるとする(H は M よりはるかに小さいものとする)。ここで LRU とは最も長くアクセスされなかったページを置換対象とする方式である。仮想記憶にページが何も格納されていない状態から開始し、プログラムが次の順番でページ番号を参照する場合の総アクセス時間として、適切なものはどれか。

$2 \Rightarrow 1 \Rightarrow 1 \Rightarrow 2 \Rightarrow 3 \Rightarrow 4 \Rightarrow 1 \Rightarrow 3 \Rightarrow 4$

なお、主記憶のページ数が 1 であり、 $2 \Rightarrow 2 \Rightarrow 1 \Rightarrow 2$ の順番でページ番号を参照する場合、最初のページ 2 へのアクセスは外部記憶からのアクセスとなり、同時に主記憶にページ 2 が格納される。以降のページ 2、ページ 1、ページ 2 への参照はそれぞれ主記憶、外部記憶、外部記憶からのアクセスとなるので、総アクセス時間は $3M+1H$ [秒] となる。

- ① $7M+2H$ [秒]
- ② $6M+3H$ [秒]
- ③ $5M+4H$ [秒]
- ④ $4M+5H$ [秒]
- ⑤ $3M+6H$ [秒]

正解は③ ※過去の出題はありませんが、伝送時間・処理時間の問題は比較的頻出しています。

仮想記憶に何もないので、 $2 \Rightarrow 1$ はそれぞれ外部記憶からアクセスして主記憶に格納されますから $2M$ 、ここで主記憶には 1 と 2 の 2 ページ格納されているので次の $1 \Rightarrow 2$ は主記憶からのアクセスになって $2H$ 、次の 3 は主記憶にないので外部記憶からになって主記憶格納で M 、ここで主記憶が 3 ページ満杯になります。次の 4 は外部記憶からアクセスして主記憶格納で M 、ここでアクセスから最も時間が経過している 1 が外されます。そのため次の 1 は外部記憶からアクセスして主記憶格納で M 、外されるのは 2 ですね。次の $3 \Rightarrow 4$ は主記憶アクセスでそのまま $2H$ 、合計して $5M+4H$ で③です。頭の中で整理しきれなければ図に書くなどすればいいですが、こういう考察になれば簡単な問題です。

1-2-4 次の記述の、[] に入る値の組合せとして、適切なものはどれか。

同じ長さの2つのビット列に対して、対応する位置のビットが異なっている箇所の数をそれらのハミング距離と呼ぶ。ビット列「0101011」と「0110000」のハミング距離は、表1のように考えると4であり、ビット列「1110101」と「1001111」のハミング距離は [ア] である。4ビットの情報ビット列「X1 X2 X3 X4」に対して、「X5 X6 X7」を $X5=X2+X3+X4(\text{mod } 2)$ 、 $X6=X1+X3+X4(\text{mod } 2)$ 、 $X7=X1+X2+X4(\text{mod } 2)$ ($\text{mod } 2$ は整数を2で割った余りを表す) とおき、これらを付加したビット列「X1 X2 X3 X4 X5 X6 X7」を考えると、任意の2つのビット列のハミング距離が3以上であることが知られている。このビット列「X1 X2 X3 X4 X5 X6 X7」を送信し通信を行ったときに、通信過程で高々1ビットしか通信の誤りが起こらないという仮定の下で、受信ビット列が「0100110」であったとき、表2のように考えると「1100110」が送信ビット列であることがわかる。同じ仮定の下で、受信ビット列が「1000010」であったとき、送信ビット列は [イ] であることがわかる。

表1 ハミング距離の計算

1つめのビット列	0	1	0	1	0	1	1
2つめのビット列	0	1	1	0	0	0	0
異なるビット位置と個数計算			1	2		3	4

表2 受信ビット列が「0100110」の場合

受信ビット列の正誤	送信ビット列							⇒	X1, X2, X3, X4に対応する付加ビット列		
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7		$X2+X3+X4 (\text{mod } 2)$	$X1+X3+X4 (\text{mod } 2)$	$X1+X2+X4 (\text{mod } 2)$
全て正しい	0	1	0	0	1	1	0		1	0	1
X1のみ誤り	1	1	0	0	同上			一致	1	1	0
X2のみ誤り	0	0	0	0	同上				0	0	0
X3のみ誤り	0	1	1	0	同上				0	1	1
X4のみ誤り	0	1	0	1	同上				0	1	0
X5のみ誤り	0	1	0	0	0	1	0		1	0	1
X6のみ誤り			同上		1	0	0			同上	
X7のみ誤り			同上		1	1	1			同上	

- ① (ア) 4 (イ) 「0000010」
- ② (ア) 5 (イ) 「1100010」
- ③ (ア) 4 (イ) 「1001010」
- ④ (ア) 5 (イ) 「1000110」
- ⑤ (ア) 4 (イ) 「1000011」

正解は⑤ ※過去の出題はありません。

まず (ア) ですが、表1を流用すればすぐに4であることがわかります。

1つめのビット列	1	1	1	0	1	0	1
2つ目のビット列	1	0	0	1	1	1	1
異なるビット位置と個数計算		1	2	3		4	

(イ) はややこしいのですが、これも表2を流用します。

正誤	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	⇒	X2X3X4	X1X3X4	X1X2X4
全正	1	0	0	0	0	1	0		0	1	1
X1	0	0	0	0	0	1	0		0	0	0
X2	1	1	0	0	0	1	0		1	1	0
X3	1	0	1	0	0	1	0		1	0	1
X4	1	0	0	1	0	1	0		1	0	0
X5	1	0	0	0	1	1	0		0	1	1
X6	1	0	0	0	0	0	0		0	1	1
X7	1	0	0	0	0	1	1	一致	0	1	1

従って送信ビット列は1000011なので⑤。ごちゃごちゃ考えるより表を流用するのが早いですね。表の意味、特に「足し算して奇数なら1、偶数なら0」をばっと理解できるかどうかです。

1-2-5 次の記述の、[]に入る値の組合せとして、適切なものはどれか。

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

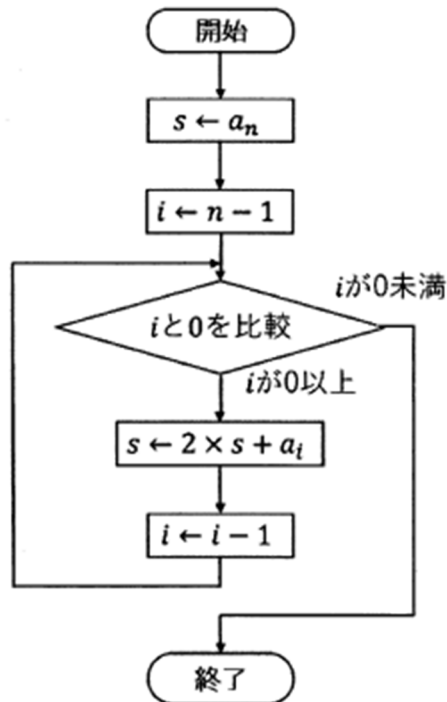


図 10 進数 s を求めるアルゴリズムの流れ図

このアルゴリズムを用いて 2 進数 $(1011)_2$ を 10 進数 s に変換すると、 s には初めに 1 が代入され、その後、順に 2, 5 と更新され、最後に 11 となり終了する。このように s が更新される過程を

$$1 \rightarrow 2 \rightarrow 5 \rightarrow 11$$

と表す。同様に、2 進数 $(11001011)_2$ を 10 進数 s に変換すると、 s は次のように更新される。

$$1 \rightarrow 3 \rightarrow 6 \rightarrow [\text{ア}] \rightarrow [\text{イ}] \rightarrow [\text{ウ}] \rightarrow [\text{エ}] \rightarrow 203$$

- ① (ア) 12 (イ) 25 (ウ) 51 (エ) 102
- ② (ア) 13 (イ) 26 (ウ) 50 (エ) 102
- ③ (ア) 13 (イ) 26 (ウ) 52 (エ) 101
- ④ (ア) 13 (イ) 25 (ウ) 50 (エ) 101
- ⑤ (ア) 12 (イ) 25 (ウ) 50 (エ) 101

正解は⑤ ※H28 問題 1-2-3 とほぼ同じ問題ですが、10 進数→2 進数が 2 進数→10 進数になっています。
 11001011 は 8 桁だから $n=8$ 。最初に s に 1 が代入され、 $n-1$ つまり 7 が i に代入されて i は 0 以上なので $s = 2s + a_7 = 2 + 1 = 3$ 。 i に $i-1$ つまり 6 が代入されます。
 次に $i \geq 0$ なので $s = 2 \times 3 + a_6 = 6 + 0 = 6$ 。 $i = 6 - 1 = 5$ 。ここまでが問題文に示されています。
 次に $i \geq 0$ なので $s = 2 \times 6 + a_5 = 12 + 0 = 12$ 。 $i = 5 - 1 = 4$
 次に $i \geq 0$ なので $s = 2 \times 12 + a_4 = 24 + 1 = 25$ 。 $i = 4 - 1 = 3$
 次に $i \geq 0$ なので $s = 2 \times 25 + a_3 = 50 + 0 = 50$ 。 $i = 3 - 1 = 2$ 。ここでもう⑤しか残っていません。
 次に $i \geq 0$ なので $s = 2 \times 50 + a_2 = 100 + 1 = 101$ 。 $i = 2 - 1 = 1$
 次に $i \geq 0$ なので $s = 2 \times 101 + a_1 = 202 + 1 = 203$ 。 $i = 1 - 1 = 0$
 まだ終わっていないが問題文に示されているステップは終了。
 アルゴリズムが理解できれば簡単な計算ではありますが、時間がかかりますから選ばないほうがいいでしょう。

1-2-6 IPv4 アドレスは 32 ビットを 8 ビットごとにピリオド (.) で区切り 4 つのフィールドに分けて、各フィールドの 8 ビットを 10 進数で表記する。一方 IPv6 アドレスは 128 ビットを 16 ビットごとにコロン (:) で区切り、8 つのフィールドに分けて各フィールドの 16 ビットを 16 進数で表記する。IPv6 アドレスで表現できるアドレス数は IPv4 アドレスで表現できるアドレス数の何倍の値となるかを考えた場合、適切なものはどれか。

- ① 2^4 倍 ② 2^{16} 倍 ③ 2^{32} 倍 ④ 2^{96} 倍 ⑤ 2^{128} 倍

正解は④ ※H28 問題 1-2-6 と選択肢が違うだけで同じです。

ビットが 1 つ増えると 2 倍になるので、8 ビット→16 ビットで 2^8 倍、それが 4 フィールド→8 フィールドで 2^4 倍、8 ビットを 10 進数→16 ビットを 16 進数で 2^3 倍、よって $2^{8 \times 4 \times 3} = 2^{96}$ 倍。

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 $X=X_i$ における導関数 df/dx の差分表現として、誤っているものはどれか。ただし、添え字 i は格子点を表すインデックス、格子幅を Δ とする。

- ① $(f_{i+1} - f_i)/\Delta$
- ② $(3f_i - 4f_{i-1} + f_{i-2})/2\Delta$
- ③ $(f_{i+1} - f_{i-1})/2\Delta$
- ④ $(f_{i+1} - 2f_i + f_{i-1})/\Delta^2$
- ⑤ $(f_i - f_{i-1})/\Delta$

正解は④ ※H26 問題 1-3-3 と同じ問題で、選択肢が入れ替えてあるだけです。

導関数とは微分係数の変化を表す係数で、式では $f'_x = \lim_{\Delta \rightarrow 0} [f_{x+\Delta} - f_x] / \Delta$ となります。

この問題では、点 x_i での差分は $f_{i+1} - f_i$ であり、その単位（格子）幅は Δ なので、

$df/dx = (f_{i+1} - f_i)/\Delta$ です。これは①ですね。⑤でも同じことです。

③は $f_{i+1} - f_i$ と $f_i - f_{i-1}$ を足したものですから格子幅は2つ分になって 2Δ になりますので、正しい表現です。

②も $3f_i - 3f_{i-1}$ と $f_{i-1} - f_{i-2}$ を足したものですから格子幅は 2Δ で正しい表現です。

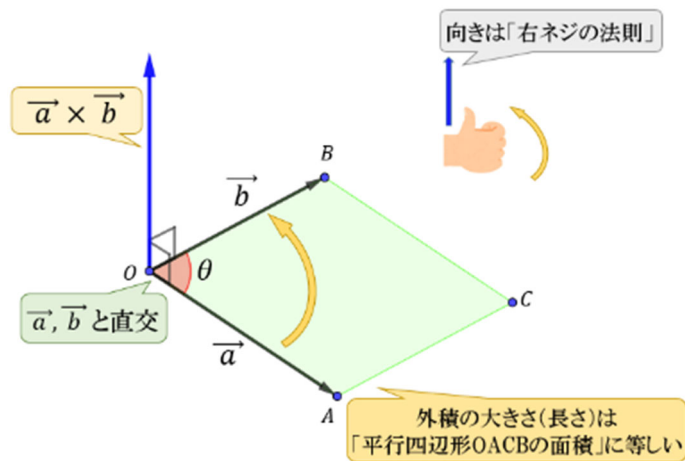
④は $f_{i+1} - f_i$ から $f_i - f_{i-1}$ を引いているのに格子幅は Δ なので正しい表現ではありません。

1-3-2 3次元直交座標系における任意のベクトル $\mathbf{a}=(a_1, a_2, a_3)$ と $\mathbf{b}=(b_1, b_2, b_3)$ に対して必ずしも成立しない式はどれか。ただし $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}$ 及び $\mathbf{a} \times \mathbf{b}$ はそれぞれベクトル \mathbf{a} と \mathbf{b} の内積及び外積を表す。

- ① $(\mathbf{a} \times \mathbf{b}) \cdot \mathbf{a} = 0$
- ② $\mathbf{a} \times \mathbf{b} = \mathbf{b} \times \mathbf{a}$
- ③ $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = \mathbf{b} \cdot \mathbf{a}$
- ④ $\mathbf{b} \cdot (\mathbf{a} \times \mathbf{b}) = 0$
- ⑤ $\mathbf{a} \times \mathbf{a} = 0$

正解は② ※過去の出題はありません。

下図より「右ネジの法則」なので、 $\mathbf{a} \times \mathbf{b} = \mathbf{b} \times \mathbf{a}$ ではなく $\mathbf{a} \times \mathbf{b} = \mathbf{b} \times -\mathbf{a} = -\mathbf{b} \times \mathbf{a}$ です。



1-3-3 数値解析の精度を向上する方法として次のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 丸め誤差を小さくするために、計算機の浮動小数点演算を単精度から倍精度に変更した。
- ② 有限要素解析において、高次要素を用いて要素分割を行った。
- ③ 有限要素解析において、できるだけゆがんだ要素ができないように要素分割を行った。
- ④ Newton 法などの反復計算において、反復回数が多いので収束判定条件を緩和した。
- ⑤ 有限要素解析において、解の変化が大きい領域の要素分割を細かくした。

正解は④ ※H26 問題 1-3-2 と同じ問題で、選択肢の順序を入れ替えただけです。
収束判定条件を緩和すると計算時間は短縮されますが精度は落ちます。

1-3-4 両端にヒンジを有する 2 つの棒部材 AC と BC があり、点 C において鉛直下向きの荷重 P を受けている。棒部材 AC と BC に生じる軸方向力をそれぞれ N1 と N2 とするとき、その比 N1/N2 として、適切なものはどれか。なお、棒部材の伸びは微小とみなしてよい。

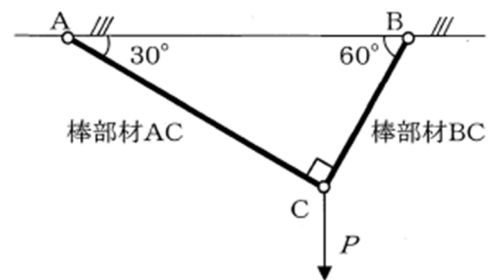


図 両端にヒンジを有する棒部材からなる構造

- ① 1/2
- ② $1/\sqrt{3}$
- ③ 1
- ④ $\sqrt{3}$
- ⑤ 2

正解は② ※H29 問題 1-3-5 と類似問題。同じ構造で H29 は部材の伸びを、今回は軸方向力を問います。
N1、N2 は P の分力ですから、これを求めればすぐに解けます。
AC にかかる分力 N1 は、 $P \cdot \tan 30^\circ = P/2$
BC にかかる分力 N2 は、 $P \cdot \tan 60^\circ = P\sqrt{3}/2$
よって $N1/N2 = P/2 / (P\sqrt{3}/2) = 1/\sqrt{3}$ 。

1-3-5 モータの出力軸に慣性モーメント I [kg・m²] の円盤が取り付けられている。この円盤を時間 T [s] の間に角速度 ω_1 [rad/s] から ω_2 [rad/s] ($\omega_2 > \omega_1$) に一定の角加速度 $(\omega_2 - \omega_1)/T$ で増速するために必要なモータ出力軸のトルク τ [Nm] として適切なものはどれか。ただし、モータ出力軸の慣性モーメントは無視できるものとする。

- ① $\tau = I(\omega_2 - \omega_1)$
- ② $\tau = I(\omega_2 - \omega_1) \cdot T$
- ③ $\tau = I(\omega_2 - \omega_1) / T$
- ④ $\tau = I(\omega_2^2 - \omega_1^2) / 2$
- ⑤ $\tau = I(\omega_2^2 - \omega_1^2) \cdot T$

正解は③ ※過去の出題はありません。

単純に角加速度に感生モーメントを乗じて $\tau = I(\omega_2 - \omega_1) / T$ 。もっと単純には、時間 T あたりにかかる力になるので、 T で除する式になるはずで、それは③しかありません。

1-3-6 図 (a) に示すような上下に張力 T で張られた糸の中央に物体が取り付けられた系の振動を考える。糸の長さは $2L$ 、物体の質量は m である。図 (a) の拡大図に示すように、物体の横方向の変位を x とし、そのときの糸の傾きを θ とすると、復元力は $2T\sin\theta$ と表され、運動方程式よりこの系の固有振動数 f_a を求めることができる。同様に、図 (b) に示すような上下に張力 T で張られた長さ $4L$ の糸の中央に質量 $2m$ の物体が取り付けられた系があり、この系の固有振動数を f_b とする。 f_a と f_b の比として適切なものはどれか。ただし、どちらの系でも、糸の質量、及び物体の大きさは無視できるものとする。また、物体の鉛直方向の変位はなく、振動している際の張力変動は無視することができ、変位 x と傾き θ は微小なもののみなしてよい。

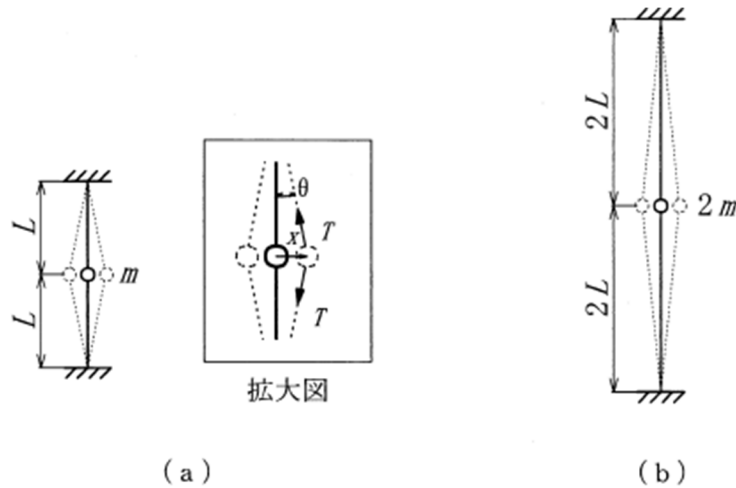


図 張られた糸に物体が取り付けられた2つの系

- ① $f_a : f_b = 1 : 1$
- ② $f_a : f_b = 1 : \sqrt{2}$
- ③ $f_a : f_b = 1 : 2$
- ④ $f_a : f_b = \sqrt{2} : 1$
- ⑤ $f_a : f_b = 2 : 1$

正解は⑤ ※過去の出題はありません。

a と b では、明らかに b の振動周期が長いから、 $f_a > f_b$ なので、④⑤のどちらかが正解となります。これだけで 1/2 の確率で正解できるようになり、さらに b は長さが倍で質量も倍なので、⑤であろうことは感覚的にもわかると思います。

復元力が $2T\sin\theta$ ですが、拡大図からは $\sin\theta = x/L$ なので、 $2T\sin\theta = 2Tx/L$ 。単振動微分方程式による運動方程式 $m \cdot d^2y/dt^2$ より、 $m \cdot d^2y/dt^2 = -2Tx/L$ (単振動運動方程式なのでマイナス)。

よって $m \cdot d^2y/dt^2 + 2Tx/L = 0 = d^2y/dt^2 + 2Tx/mL$ 。よって角振動数 ω は $\sqrt{2T/mL}$ 。b では m と L が 2 倍なので mL で 4 倍だから、 $2T/mL$ が 1/4。これを $\sqrt{\quad}$ して 1/2 というように計算できます。

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 次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。ただし、いずれも常温・常圧下であるものとする。

- ① 酢酸は弱酸であり、炭酸の酸性度は酢酸より弱く、フェノールの酸性度は炭酸よりさらに弱い。
- ② 塩酸及び酢酸の0.1 mol/L水溶液は同一のpHを示す。
- ③ 水酸化ナトリウム、水酸化カリウム、水酸化カルシウム、水酸化バリウムは水に溶けて強塩基性を示す。
- ④ 炭酸カルシウムに希塩酸を加えると、二酸化炭素を発生する。
- ⑤ 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱すると、アンモニアを発生する。

正解は② ※H30問題1-4-2と同じ問題で、選択肢の順序を入れ替えただけです。
酢酸は塩酸や硫酸といった無機酸より弱い酸です。

1-4-2 次の物質のうち、下線を付けた原子の酸化数が最小なものどれか。

- ① H₂S ② Mn ③ MnO₄⁻ ④ NH₃ ⑤ HNO₃

正解は④ ※H27問題1-4-2とほぼ同じ問題で、選択肢の順序と内容、最大→最小と変えています。
酸化数とは単純に言えば電子不足の状態にある程度で、単原子イオンではそのイオン価に等しくなります。①は-2、②は0、③は+8、④は-3、⑤は+5ですから④が最小となります。

1-4-3 金属材料に関する次の記述の、[]に入る語句および数値の組合せとして、適切なものはどれか。
ニッケルは、[ア]に分類される金属であり、ニッケル合金やニッケルめっき鋼板などの製造に使われている。

幅0.50m、長さ1.0m、厚さ0.60mmの鋼板に、ニッケルで厚さ10μmの片面めつきを施すには、[イ]kgのニッケルが必要である。このニッケルめっき鋼板におけるニッケルの質量百分率は、[ウ]%である。ただし、鋼板、ニッケルの密度は、それぞれ、 $7.9 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 、 $8.9 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ とする。

- ① (ア) レア金属 (イ) 4.5×10^{-2} (ウ) 1.8
- ② (ア) ベース金属 (イ) 4.5×10^{-2} (ウ) 0.18
- ③ (ア) レア金属 (イ) 4.5×10^{-2} (ウ) 0.18
- ④ (ア) ベース金属 (イ) 8.9×10^{-2} (ウ) 0.18
- ⑤ (ア) レア金属 (イ) 8.9×10^{-2} (ウ) 1.8

正解は① ※過去の出題はありません。

ニッケルは代表的なレア金属です。ニッケルの量は $0.5\text{m} \times 1\text{m} \times 10 \times 10^{-6}\text{m} = 5 \times 10^{-6}\text{m}^3$ となります。
密度が $8.9 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ですから、 $5 \times 10^{-6}\text{m}^3 \times 8.9 \times 10^3 \text{kg/m}^3 = 44.5 \times 10^{-3}\text{kg} \doteq 4.5 \times 10^{-2}\text{kg}$ 。
鋼板は体積が $0.5\text{m} \times 1\text{m} \times 0.6 \times 10^{-3}\text{m} = 0.3 \times 10^{-3}\text{m}^3$ 。密度が $7.9 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ですから、 $0.3 \times 10^{-3}\text{m}^3 \times 7.9 \times 10^3 \text{kg/m}^3 = 2.37\text{kg}$ 。よって $4.5 \times 10^{-2} / (2.37 + 4.5 \times 10^{-2}) = 0.0186 = 1.86\%$ 。
電卓で簡単に計算できますが、面倒なのでミスしないように。

1-4-4 材料の力学特性試験に関する次の記述の、[]に入る語句の組合せとして、適切なものはどれか。
 材料の弾塑性挙動を、試験片の両端を均一に引っ張る一軸引張試験機を用いて測定したとき、試験機から一次的に計測できるものは荷重と変位である。荷重を[ア]の試験片の断面積で除すことで[イ]が得られ、変位を[ア]の試験片の長さで除すことで[ウ]が得られる。
 [イ]－[ウ]曲線において、試験開始の初期に現れる直線領域を[エ]変形領域と呼ぶ。

- ① (ア) 変形前 (イ) 公称応力 (ウ) 公称ひずみ (エ) 弾性
- ② (ア) 変形後 (イ) 真応力 (ウ) 公称ひずみ (エ) 弾性
- ③ (ア) 変形前 (イ) 公称応力 (ウ) 真ひずみ (エ) 塑性
- ④ (ア) 変形後 (イ) 真応力 (ウ) 真ひずみ (エ) 塑性
- ⑤ (ア) 変形前 (イ) 公称応力 (ウ) 公称ひずみ (エ) 塑性

正解は① ※H28 問題 1-4-4 と同じ問題で、選択肢の順序が変えてあるだけです。
 応力やひずみを算出するときに使うのは変形前(試験前)断面積であり、最初の直線領域は弾性領域と呼びます。

1-4-5 酵素に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 酵素を構成するフェニルアラニン、ロイシン、バリン、トリプトファンなどの非極性アミノ酸の側鎖は、酵素の外表面に存在する傾向がある。
- ② 至適温度が 20℃以下、あるいは 100℃以上の酵素は存在しない。
- ③ 酵素は、アミノ酸がペプチド結合によって結合したタンパク質を主成分とする無機触媒である。
- ④ 酵素は、活性化エネルギーを増加させる触媒の働きを持っている。
- ⑤ リパーゼは、高級脂肪酸トリグリセリドのエステル結合を加水分解する酵素である。

正解は⑤ ※過去の出題はありませんが、選択肢①のみ H30 問題 1-4-6 に出題されています。
 ①×：非極性アミノ酸は疎水性なので水に触れないように側鎖は内側を向く。
 ②×：低温適応酵素は 0～30℃において反応速度が高くなります。
 ③×：酵素は有機触媒です。
 ④×：酵素は活性化エネルギーを下げることにより、反応速度を高めています。

1-4-6 ある二本鎖 DNA の一方のポリヌクレオチド鎖の塩基組成を調べたところ、グアニン(G)が 25%、アデニン(A)が 15%であった。このとき、同じ側の鎖、又は相補鎖に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 同じ側の鎖では、シトシン(C)とチミン(T)の和が 40%である。
- ② 同じ側の鎖では、グアニン(G)とシトシン(C)の和が 90%である。
- ③ 相補鎖では、チミン(T)が 25%である。
- ④ 相補鎖では、シトシン(C)とチミン(T)の和が 50%である。
- ⑤ 相補鎖では、グアニン(G)とアデニン(A)の和が 60%である。

正解は⑤ ※H27 問題 1-4-6 が類似問題です。塩基の種類や組成が変えてあります。
 DNA ですから塩基は ATGC になります。今、A と G がわかっているのですから、残りの T と C については、その和が $100\% - (25\% + 15\%) = 60\%$ であることは確かですが、T と C がそれぞれどれだけかはわかりません。つまり①と②は誤りです。
 次に相補鎖ですが、A と T、G と C がペアですから、T は 15%、C は 25%、そして T と C の和が 40% (=A と G の和が 60%) であることがわかります。ですから③と④は誤りです。

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 気候変動に関する政府間パネル(IPCC) 第 6 次評価報告書第 1～3 作業部会報告書政策決定者向け要約の内容に関する次の記述のうち、不適切なものはどれか。

- ① 人間の影響が大气、海洋及び陸域を温暖化させてきたことには疑う余地がない。
- ② 2011～2020 年における世界平均気温は、工業化以前の状態の近似値とされる 1850～1900 年の値よりも約 3℃高かった。
- ③ 気候変動による影響として、気象や気候の極端現象の増加、生物多様性の喪失、土地・森林の劣化、海洋の酸性化、海面水位上昇などが挙げられる。
- ④ 気候変動に対する生態系及び人間の脆弱性は、社会経済的開発の形態などによって、地域間及び地域内で大幅に異なる。
- ⑤ 世界全体の正味の人為的な温室効果ガス排出量について、2010～2019 年の期間の年間平均値は過去のどの 10 年の値よりも高かった。

正解は② ※過去の出題例はありません。
約 1℃上昇しており、今世紀末には 2.5℃に達する可能性があります。

1-5-2 廃棄物に関する次の記述のうち、不適切なものはどれか。

- ① 一般廃棄物と産業廃棄物の近年の総排出量を比較すると、一般廃棄物の方が多くなっている。
- ② 特別管理産業廃棄物とは、産業廃棄物のうち、爆発性、毒性、感染性その他の人の健康又は生活環境に係る被害を生ずるおそれがあるものである。
- ③ バイオマスとは、生物由来の有機性資源のうち化石資源を除いたもので、廃棄物系バイオマスには、建設発生木材や食品廃棄物、下水汚泥などが含まれる。
- ④ RPF とは、廃棄物由来の紙、プラスチックなどを主原料とした固形燃料のことである。
- ⑤ 2020 年東京オリンピック競技大会・東京パラリンピック競技大会のメダルは、使用済小型家電由来の金属を用いて製作された。

正解は① ※過去の出題例はありません。
一般廃棄物は令和 2 年度実績で 4 万 t 強、産業廃棄物は令和元年度実績で 4 億 t 弱で、桁が違います。

1-5-3 石油情勢に関する次の記述の、[] に入る数値及び語句の組合せとして、適切なものはどれか。

日本で消費されている原油はそのほとんどを輸入に頼っているが、エネルギー白書 2021 によれば輸入原油の中東地域への依存度（数量ベース）は 2019 年度で約 [ア] %と高く、その大半は同地域における地政学的リスクが大きい [イ] 海峡を経由して運ばれている。また、同年における最大の輸入相手国は [ウ] である。石油及び石油製品の輸入金額が、日本の総輸入金額に占める割合は、2019 年度には約 [エ] %である。

- ① (ア) 90 (イ) ホルムズ (ウ) サウジアラビア (エ) 10
- ② (ア) 90 (イ) マラッカ (ウ) クウェー (エ) 32
- ③ (ア) 90 (イ) ホルムズ (ウ) クウェート (エ) 10
- ④ (ア) 67 (イ) マラッカ (ウ) クウェート (エ) 10
- ⑤ (ア) 67 (イ) ホルムズ (ウ) サウジアラビア (エ) 32

正解は① ※H30 問題 1-5-3 とほぼ同じ問題。出典が 2 年新しくなって選択肢順序も変わっています。
これはもう知っているかどうかですが、イとウは知っておきたいですね。またエも常識感覚でわかるのではないかと思います。

1-5-4 水素に関する次の記述の、[] に入る数値及び語句の組合せとして、適切なものはどれか。

水素は燃焼後に水になるため、クリーンな二次エネルギーとして注目されている。水素の性質として、常温では気体であるが、1 気圧の下で、[ア] °Cまで冷やすと液体になる。液体水素になると、常温の水素ガスに比べてその体積は約 [イ] になる。また、水素と酸素が反応すると熱が発生するが、その発熱量は [ウ] 当たりの発熱量でみるとガソリンの発熱量よりも大きい。そして、水素を利用することで、鉄鉱石を還元して鉄に変えることもできる。コークスを使って鉄鉱石を還元する場合は二酸化炭素(CO₂)が発生するが、水素を使って鉄鉱石を還元する場合は、コークスを使う場合と比較して CO₂ 発生量の削減が可能である。なお、水素と鉄鉱石の反応は [エ] 反応となる。

- ① (ア) -162 (イ) 1/600 (ウ) 重量 (エ) 吸熱
- ② (ア) -162 (イ) 1/800 (ウ) 重量 (エ) 発熱
- ③ (ア) -253 (イ) 1/600 (ウ) 体積 (エ) 発熱
- ④ (ア) -253 (イ) 1/800 (ウ) 体積 (エ) 発熱
- ⑤ (ア) -253 (イ) 1/800 (ウ) 重量 (エ) 吸熱

正解は⑤ ※過去の出題例はありません。

水素の沸点は-253°C、液体と気体の密度比は 800 弱です。これはもう知っているかどうかですね。気体なので体積あたりの発熱量はガソリンよりはるかに小さいですが、重量あたりはガソリンの 3 倍近くあります。水素による鉄鉱石還元は、 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2 + \text{熱} \rightarrow \text{Fe} + \text{H}_2\text{O}$ で吸熱反応です。

1-5-5 科学技術とリスクの関わりについての次の記述のうち、不適切なものはどれか。

- ① リスク評価は、リスクの大きさを科学的に評価する作業であり、その結果とともに技術的可能性や費用対効果などを考慮してリスク管理が行われる。
- ② レギュラトリーサイエンスは、リスク管理に関わる法や規制の社会的合意の形成を支援することを目的としており、科学技術と社会との調和を実現する上で重要である。
- ③ リスクコミュニケーションとは、リスクに関する、個人、機関、集団間での情報及び意見の相互交換である。
- ④ リスクコミュニケーションでは、科学的に評価されたリスクと人が認識するリスクの間に往々にして隔たりがあることを前提としている。
- ⑤ リスクコミュニケーションに当たっては、リスク情報の受信者を混乱させないために、リスク評価に至った過程の開示を避けることが重要である。

正解は⑤ ※過去の出題例はありません。

リスク評価過程は開示すべきです。プロセスを開示して信頼を得るのはコミュニケーションの基本ですから感覚的にわかると思います。かなりのサービス問題ですね。

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

- (ア) ヘンリー・ベッセマーによる転炉法の開発
- (イ) 本多光太郎による強力磁石鋼KS鋼の開発
- (ウ) ウォーレス・カロザースによるナイロンの開発
- (エ) フリードリヒ・ヴェーラーによる尿素の人工的合成
- (オ) 志賀潔による赤痢菌の発見

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

正解は③ ※業績新旧問題は頻出ですが、4人までがこれまで出題のない人物です。

古い順に並べると下記のとおり。

- ヴェーラーによる尿素の人工合成 (1828年)
- ベッセマーによる転炉法の開発 (1855年)
- 志賀潔による赤痢菌の発見 (1898年)
- 本田光太郎によるMS鋼の開発 (1917年)
- カロザースによるナイロンの開発 (1935年)