

【基礎科目演習問題 2020 の正解と解説】

(設計・計画分野)

●問題 1-1-1

正解は③

システム信頼性の問題です。直列と並列を理解していれば非常に簡単に解けます。

システム A の信頼度は 0.9 と 0.8 が 2 つ直列ですから $0.9 \times 0.8 = 0.72$ です。

システム B の信頼度のうち並列部分は、0.7 と 0.6 が並列ですから $1 - (1 - 0.7) \times (1 - 0.6) = 1 - 0.3 \times 0.4 = 1 - 0.12 = 0.88$ です。そしてこれと信頼度 X が直列ですから、システム B 全体の信頼度は $0.88X$ です。

システム A の新羅小渡 = システム B の信頼度なので、 $0.72 = 0.88X$ 。よって $X = 0.72 \div 0.88 \doteq 0.82$ 。

●問題 1-1-2

正解は②

期待売上額は、 $a \times 0.5 + b \times 0.2 + c \times 0.3$ ですが、大小比較なので、こういう場合はいちいち小数点以下の計算をせず、暗算できる整数にしたほうが早くできます。つまり 0.5 や 0.2 ではなく、5、2、3 を乗じます。すなわち、 $A : 5 \times 5 + 5 \times 2 + 6 \times 3 = 25 + 10 + 18 = 53$ 。同様に $B : 20 + 12 + 24 = 56$ 、 $C : 30 + 8 + 15 = 53$ 、 $D : 15 + 14 + 21 = 50$ 、 $E : 25 + 8 + 21 = 54$ 。よって、B が最も大きくなります。

●問題 1-1-3

正解は③

公益優先です。

●問題 1-1-4

正解は⑤

いくらきちんと設計してあっても、それを製造・施工段階で実現する品質管理がなされなければ、結果として不良品が生まれます。

●問題 1-1-5

正解は②

故障発生確率が 1% ということは、故障が発生しない確率は 99% です。これが 100 回繰り返して成立する確率なので、0.99 の直列 (AND 条件) になります。よって、 $0.99^{100} = 0.366 \doteq 1/3$ です。

持ち込み可能な電卓で計算するのは大変ですが、こういうときは、まず「0.99×=」とします。これで 0.99^2 が計算できます。さらに「×=」とします。これで先ほどの 0.99^2 のさらに 2 乗、すなわち 0.99^4 が計算できます。さらに「×=」とすると $(0.99^4)^2$ すなわち 0.99^8 が得られます。つまり、「×=」を入力した回数を n とすると 0.99 の 2^n 乗になるわけです。 $2^4 = 16$ 、 $2^5 = 32$ 、 $2^6 = 64$ 、 $2^7 = 128$ ですから、答えは 0.99^{2^6} (「0.99」のあと「×=」を 6 回) と 0.99^{2^7} の間にあります。 $0.99^{2^6} = 0.526$ 、 $0.99^{2^7} = 0.276$ ですから、この間にある選択肢は $1/3$ しかありません。

●問題 1-1-6

正解は②

状態 S1 において、

$$\text{代替案 A1 の期待損失額} = 0.6 \times (\text{結果 R1} + \text{結果 R2} = 0.5 \times 5 + 0.5 \times 7 = 6) = 3.6 \text{ 億円}$$

$$\text{代替案 A2 の期待損失額} = 0.6 \times 8 = 4.8 \text{ 億円}$$

よって期待損失額が小さい代替案 A1 を採用し、3.6 億円

状態 S2 において、

$$\text{代替案 A1 の期待損失額} = 0.1 \times (\text{結果 R1} + \text{結果 R2} = 0.6 \times 8 + 0.4 \times 10 = 8.8) = 0.88 \approx 0.9 \text{ 億円}$$

$$\text{代替案 A2 の期待損失額} = 0.1 \times 12 = 1.2 \text{ 億円}$$

よって期待損失額が小さい代替案 A1 を採用し、0.9 億円

状態 S3 において、期待損失額 = $0.3 \times 3 = 0.9$ 億円

よって、 $S1 + S2 + S3 = 3.6 + 0.9 + 0.9 = 5.4$ 億円で、恒久対策 6.5 億円より少ないので、状況対応的対策のほうが得策である。

(情報・論理分野)

●問題 1-2-1

正解は③

- ①…×：1ビットは1ビット、0か1、OffかOnのデジタル情報の基本単位です。よって、1ビットに多値の情報を持たせることはできません。
- ②…×：文字は1バイトまたは2バイトの情報で識別されるため、文字のフォントサイズと情報量は関係ありません。たとえるならば、体の大きさの違う大男と小人でも、1人は1人。「人数」という物量は体の大きさとは関係ないようなものです。
- ③…○：そのとおり。例えば、「1 1 1 1 1 1 1 1 1 1」→「1が10回」というように表現文を短くしても意味は通じます。これが一般的な圧縮技術の基礎理論で、Zipなどのアーカイブや、JPEGのような画像圧縮技術が、これを利用しています。
- ④…×：上記③の理論を利用して圧縮しているため、ダブって圧縮しようとしても、2回目はほとんど小さくなりません。
- ⑤…×上記③より明らかなように、重量や体積は関係ありません。

●問題 1-2-2

正解は②

「5だとわかった」ということは、10個のうち、どれか1つであることが特定できたということです。つまり、 $1/10$ の確率で起こる現象である「5が表示された」ことが確認できたわけです。情報量の定義は、その事象が起こる確率をPとしたとき、 $-\log_2 P$ です。ですから、5が表示された→ $1/10$ で起こる事象が認識された→ $-\log_2 1/10 = \log_2 10$ ということで、情報量は $\log_2 10$ になります。さて、1と7が区別できないということは、「1か7のどちらかが表示された」ということになります。1か7が表示される確率は $2/10 = 1/5$ です。ですから、情報量は $-\log_2 (1/5) = \log_2 5$ です。「 $1/X$ の確率で起こる事象の情報量は $-\log_2 1/X = \log_2 X$ 」ということをおぼえておきましょう。

●問題 1-2-3

正解は①

探索法の基礎知識です。理解しやすいように、例題で考えましょう。

いま、子どもが40人いるとします。この中から身長140cmに一番近い子を探すとしましょう。

【ハッシュ探索】

各自の身長を、並び順（格納位置）に関連付けます。たとえば「身長から100を引いた残り」などです。この「身長から100を引いた残り」という式を「ハッシュ関数」といいます。

この場合、身長150cmなら $150-100=50$ 、152cmなら52、135cmなら35です。そして、それぞれが50番目、52番目、35番目に並べたイスに座ります。

当然ながら「空席」も出てきます。たとえば身長145cmの子がいなければ、45番目は空席となります。また2人座ることもあります。

実際にはこんな無駄なことはしません、「びっしり空間の無駄なく並べる」ことはできませんから、空間（コンピュータではメモリ）使用という点では若干ムダが出ます。ここで、効率はデータ数に支配されます。つまりデータが少ないと「空席」が増えますから、効率が悪くなります。

その代わり、ソートは早くなります。「140cmの子を探せ」と言われたら、 $140-100=40$ ですから、まっすぐ40番目のイスのところにいれば、その子が140cmに最も近いからです。つまり、探索時間は短く、しかも一定です。

そのかわり、データの大小比較には向いていません。「これ!」という条件のデータを見つけてくるのは得意です。

【線形探索】

子どもを適当に並べて、先頭から順番に探していきます。運がよければ1人目で見つかりますが、運が悪ければ40人目でやっと見つかります。したがって、探索時間はデータ量に比例します。また、3つの探索法の中では、平均的な探索時間は最大となります。

しかし、ハッシュ探索のようなハッシュ関数によるデータ格納位置の割り振りや、二分探索のようなソートは必要ありません。

【二分探索】

下準備として、背丈の順に40人並んだ列を作ります(ソート)。

最初に全体のちょうど真ん中、この場合は20人目でも21人目でもいいのですが、その子どもの身長を確認します。

140cmより低ければ、後ろの20人に着目し、140cmより高ければ前の20人に着目します。

そして着目したほうの20人のちょうど真ん中の子の身長を確認します。

140cmより低ければ、後ろの10人に着目し、140cmより高ければ前の10人に着目します。

そして着目したほうの10人のちょうど真ん中の子の身長を確認します。

140cmより低ければ、後ろの5人に着目し、140cmより高ければ前の5人に……

というように探索を進めるもので、探索時間はデータ量の対数値に比例します。

線形探索よりは早く探索できますが、データの更新が頻繁にある場合は不向きです(せっかくソートしたのがやり直しになります)。

●問題 1-2-4

正解は⑤

OSを最新状態にすること、アップデートを怠らないことはウイルス対策として非常に有効です。

●問題 1-2-5

正解は④

単位をそろえて計算すればすぐにできます。

1ページあたり $10,240 \text{ 字} \times 2 \text{ バイト/字} = 20,480 \text{ バイト}$

容量 8G バイト $= 8 \times 1,024 \times 1,024 \times 1,024 \text{ バイト}$

よって、 $8 \times 1,024 \times 1,024 \times 1,024 \div 20,480 = 419,430.4 = \text{約 } 42 \text{ 万ページ}$ で、正解は④です。

なお、小さな電卓だと $8 \times 1,024 \times 1,024 \times 1,024$ の計算がオーバーフローすると思うので、 $8 \times 1,024 \times 1,024 \div 20,480 \times 1,024$ として割り算を間に入れて数字を小さくしておけばいいでしょう。

●問題 1-2-6

正解は②

XORは、 x_1 と x_2 が等しいときに0になり、異なるときに1となります。

(解析分野)

●問題 1-3-1

正解は④

応力比はヤング係数比と等しくなります。

●問題 1-3-2

正解は②

$\partial \psi / \partial x = 2 - 2xy$, $\partial \psi / \partial y = -x^2$ より点 (1, -1) での $\nabla \psi = (2 - 2 \times 1 \times (-1), -1^2)$ 、 $\nabla \psi = (4, -1)$

●問題 1-3-3

正解は⑤

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。

⑤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。

●問題 1-3-4

正解は①

- ①…○ 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。
- ②…× 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。
- ③…× 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。
- ④…× 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。
- ⑤…× ③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。

●問題 1-3-5

正解は②

まず反力ですからマイナス値になります。その上で、AB いずれもゼロにはならないこと、作用点 C に近い A はより大きく力がかかることが感覚的にわかると思います。これを満たすのは②だけです。

●問題 1-3-6

正解は④

$$\partial V_y / \partial x = 2x$$

$$\partial V_x / \partial y = 1$$

$$\text{rot}V = 2x - 1 = 3$$

(材料・化学・バイオ分野)

●問題 1-4-1

正解は④

CO₂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。③～⑤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③～⑤の中では④が最もCのモル数が多くなります。次に①②は1分子中にC原子が1個ですから、分子量が④の1/2以下であればCのモル数が④より多くなります。①の分子量が最低ですが、④の1/2(14)よりは大きいので④がモル数最大となります。このように考えると、モル数は④>③>①>⑤>②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、② 3.125モル、③ 6.67モル、④ 7.14モル、⑤ 4.347モルです。

●問題 1-4-2

正解は②

これはハーバーボッシュ法と呼ばれる方法です。反応式の右側に「+92kJ」とあることから発熱反応であり、温度は低い方が反応しやすくなると考えることができれば、②もしくは④に絞り込めます。

●問題 1-4-3

正解は③

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。

●問題 1-4-4

正解は①

【乾電池】

マンガン乾電池は、正極に二酸化マンガン、負極に亜鉛を用います。アルカリ電池になると、負極に正極に黒鉛の粉末、負極に水酸化カリウムの電解液に塩化亜鉛が加わります。よって、選択肢の中では亜鉛が該当します。

【光ファイバー】

ガラスやプラスチックの細い繊維でできている光を通す通信ケーブルで、非常に高い純度のガラスやプラスチックが使われており、光をスムーズに通せる構造になっています。ということで、ガラスは珪素であり、その他の選択肢は全部金属ですから、珪素になります。

なお、似たものにグラスファイバーがあります。グラスファイバーとは、無機ガラスを熔融、牽引して繊維状にしたもので、主な用途はファイバー強化プラスチック(FRP)があります。

【ジュラルミン】

ジュラルミンは、アルミニウムと銅、マグネシウムなどとの合金で、軽量であるが強度が大きいという純アルミニウムの問題点を、これに銅などを加えて熱処理(溶体化処理)を加えることにより、軽量でありながら十分な強度を持たせて解決したものです。

【永久磁石】

磁石は、フェライト磁石、アルニコ磁石、K S鋼、MK鋼等がありますが、いずれも鉄が主成分です。その他いろいろな成分が含まれますが、選択肢にはありません。

●問題 1-4-5

正解は②

カルス形成の方法の一例として、植物体の一部を切り取り、植物ホルモンのオーキシンとサイトカイニンが適当な濃度で含まれた培地上で培養することがあげられます。

●問題 1-4-6

正解は③

DNA ですから延期は ATGC になります。今、T と C がわかっているのですから、残りの A と G については、その和が $100\% - (20\% + 35\%) = 45\%$ であることは確かですが、A と G がそれぞれどれだけかはわかりません。つまり③が正しいですが①と②は正しいとは言い切れないことになります。

次に相補鎖ですが、A と T、G と C がペアですから、A は 35%、G は 20%、そして A と G の和が 55% (=C と T の和が 45%) であることがわかります。ですから④と⑤は誤りです。

(環境・エネルギー・技術分野)

●問題 1-5-1

正解は①

Dのみ誤り(環境監査は会計ではないので会計士が監査することはない)

●問題 1-5-2

正解は①

温体法 28 条に「森林等による吸収作用の保全等」の記述があります。感覚的にもわかりますね。

●問題 1-5-3

正解は⑤

(a について) $100\text{km} \div 10\text{km/リットル} \times 2.32\text{kg/リットル} \div 3 \text{人} = 7.73\text{kg}$

(b について) $500\text{km} \div 200\text{km/h} \times 8000\text{kW} \times 0.47\text{kg} \div 1,000 \text{人} = 9.4\text{kg}$

(c について) $0.5\text{kW} \times 4 \text{h/日} \times 50 \text{日} \times 0.47 \div 4 = 11.75\text{kg}$

何と何を乗じたり除したりすればいいかを考えれば簡単に計算できます。

●問題 1-5-4

正解は②

全エネルギー総和に占める割合が暖房が約 26%、冷房が約 2%と、暖房が冷房の 13~14 倍です。

●問題 1-5-5

正解は②

①は常識感覚で○、③は小学校レベルの○、④はいかにもありそうな話、⑤は常識感覚に近い「ありそうな話」なのに対して、②はいかにもなさそうな話(産学協同は産のほうから働きかけるほうが多い)ですね。

●問題 1-5-6

正解は④

ラジウムの発見はキュリー夫妻です。これは有名ですよ。なお、ベクレルは差動電流計や定電流電池等の発明を行いました。