

# 技術士第一次試験 基礎科目 対策ノート

## 1. 問題の傾向

一次試験基礎科目は、H13年度より始まりました。過去問題の内容をざっとまとめてみると以下のようになります。

分野	年度	問題数	問題タイプ分類				解答タイプ分類		難度別分類					
			常識	知識	解析	計算	択一	組合せ	1	2	3	4	5	平均
(1) 設計・計画	13	6	3	1	1	1	5	1	2	2	1	1	0	2.2
	14	6	3	1	0	2	6	0	2	3	1	0	0	1.8
	15	5	2	1	0	2	5	0	1	3	1	0	0	2.0
	16	4	2	0	0	2	4	0	2	2	0	0	0	1.5
	17	6	1	1	2	2	5	1	0	4	2	0	0	2.3
	18	5	1	3	1	0	1	4	1	1	3	0	0	2.4
(2) 情報・論理	13	4	0	1	2	1	4	0	1	3	0	0	0	1.8
	14	4	0	1	3	0	4	0	1	2	0	1	0	2.3
	15	4	0	2	2	0	4	0	0	2	2	0	0	2.5
	16	5	0	2	3	0	5	0	1	4	0	0	0	1.8
	17	6	1	2	3	0	4	2	0	3	3	0	0	2.5
	18	5	0	1	4	0	5	0	1	3	1	0	0	2.0
(3) 解析	13	5	0	2	3	0	5	0	1	0	1	1	2	3.6
	14	5	0	5	0	0	5	0	0	0	0	2	3	4.6
	15	3*	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	3	5.0
	16	6	0	3	0	3	6	0	0	0	2	3	1	3.8
	17	7	0	7	0	0	7	0	0	1	3	2	1	3.4
	18	5	0	3	2	0	5	0	0	2	1	2	0	3.0
(4) 材料・化学・バイオ	13	7	0	7	0	0	5	2	1	3	1	2	0	2.6
	14	8	0	7	0	1	7	1	0	2	3	0	3	3.5
	15	7	0	7	0	0	6	1	2	0	4	1	0	2.6
	16	7	0	7	0	0	5	2	1	4	2	0	0	2.1
	17	6	0	6	0	0	4	2	0	2	3	1	0	2.8
	18	5	0	5	0	0	3	2	0	2	2	1	0	2.8
(5) 技術関連	13	8	1	5	0	2	8	0	2	2	1	3	0	2.6
	14	4	1	2	0	1	3	1	0	3	1	0	0	2.3
	15	7	0	5	0	2	7	0	2	1	2	1	0	2.0
	16	8	2	6	0	0	5	3	3	2	3	0	0	2.0
	17	6	2	6	0	0	4	2	1	3	2	0	0	2.2
	18	5	1	4	0	0	3	2	1	3	1	0	0	2.0
合計	13	30	4	16	6	4	27	3	7	10	4	7	2	2.6
	14	27	4	16	3	4	25	2	3	10	5	3	6	3.0
	15	26*	2	18	2	4	25	1	5	6	10	2	3	2.7
	16	30	4	18	3	5	25	5	7	12	7	2	1	2.2
	17	31	4	15	5	2	24	7	1	13	13	3	1	2.7
	18	30	2	16	7	2	24	7	1	13	13	3	1	2.7

\*15年度は出題ミスにより解析分野の問題数が2つ減っている。(この2問は全選択者が正解)

(注1:問題タイプについて)

常識:語句の知識などあまりなくても、だいたいのイメージや「あるべき論」で解ける。

知識:語句などの知識がなければ答えられない。

解析:論理的理解ができるかを問う。ごくごく簡単な計算も伴う。

計算:計算しないと答えが出ない。その計算式も自分で理解してたてる。

**(注2:回答タイプについて)**

択一：～の中のどれかが答え。

組合せ：正誤組合せで解答する。正誤選択肢のどれかがわかると絞り込めるので正解しやすい。

**(注3:難度について)**

- 1:楽勝。選択肢を見たとなんわり、他の選択肢を読まなくても自信を持って答えられる。
- 2:やや楽。選択肢を見ればぼぼわかるが、一応他の選択肢も読む。あるいはワナがある、やや時間がかかる、など。
- 3:中程度。おおむねわかるが、ある程度の知識がいるか、慎重な計算が必要。あせっているとわからないと思われる。
- 4:やや難。だいたい検討はつくが、最後はバクチになると思うもの。私にない知識を必要とするもの。
- 5:難問。答えがほとんど絞れない。ヤマカンしかないと思うもの。  
ただし、私(微分が大嫌い)にとっての難度です。

問題数は30問程度で、これから**15問を選びます**。ただし、(1)～(5)の各問題群から**3問ずつ**なので、得意分野から4問も5問も選ぶわけにはいきません。

各分野の問題数は、当初材料バイオや技術関連に偏りがちでしたが、平成17年度は各分野の問題数をほとんど問題数を同じにし、18年度は各分野の問題数が5問ずつにきっちり揃えられました。

また、17年度からはサービス問題をほとんどなくしています。(あくまで私の多分に主観的な分類ですが)難度1の問題がほとんどなくなり、難度3の、知識・論理嗜好ともしっかりしていないと取りこぼす問題が多くなったように思います。例年提供している「これだけ覚えてシート」レベルでなんとかなる問題はわずかになってしまいました。これは、「暗記できるような問題ではなく応用力を問う問題を増やす」という方針が打ち出されたことを受けてのものと思われる。反面、「計算問題」もほとんどなくなりました。結局のところ、きちんとした知識と、しっかりした論理的思考ができるかどうかを問うという姿勢が鮮明になり、問題レベルが平準化されてきたということでしょう。

**(1)設計・計画関連問題**

この分野は**設計理論**と**システム設計**から成りますが、前者は常識(設計のあり方や検査、製造物責任など)と基礎的な知識(特に語句の知識)を問う問題、後者が解析(論理的理解ができるか)を問う問題と計算しないと答えが出てこない問題が出題されています。

17年度以降、サービス問題がなくなり、またシステム設計に関する問題も応用問題的になって、全体に難度が高くなりました。ここで点数が確実に稼げなくなったのが全体得点に響いた人も多かったと思います。

19年度も同じ傾向の問題(常識感覚でなく、きちんとした知識で答える問題、丸暗記した知識でなく、それを応用して解法を探す問題)が出ると思っておいたほうがいいでしょう。

**(2)情報・論理関連問題**

情報では**インターネット関連知識**が主体で、**ビット計算**を要求される問題もあります。また論理は**アルゴリズム・統計確率・構文図**問題が出ています。ただし最近ではアルゴリズムは出なくなっています。代わって18年度はネットワーク工程管理が出ました。

ビット計算や2進数、構文図などはなじみがないとなかなか理解できないと思いますが、逆にいえばこれらの基礎的な部分をしっかり理解すればそれほど難しくありません。

**(3)解析関連問題**

**微積分などの高等数学や力学に関する知識**を問われますが、17年度以降は計算問題がなくなり、種々の解析式の知識を問われる問題が増えたようです。知識としては最低限微分が使いこなせないといけません。

苦手な人には全く手の出ない分野でもあります。苦手だと思ったら、あっさり捨てるという判断も**重要**です。中には知識確認文章問題もあるでしょうから、あわよくば、そういった問題で点数を稼ぐようにしてはどうでしょう。得意な人は別として、この分野は1点取ればいいや程度に考えておいた方がいいと思います。

**(4)材料・化学・バイオ関連問題**

知識を問う問題が大部分です。当初はバイオ(それもDNAとクローン)に明瞭にウェイトがおかれていましたが、15年度は**遺伝子工学全般**の問題(マウス実験、酵素、DNA)になりました。16年度は、

7問のうち、材料2問、化学基礎2問、バイオ3問（遺伝子工学、エネルギー代謝、ホルモン各1問）というように、分野全般から均等に出題されました。17年度も化学2問（結合、電子）、材料2問（無機材料、金属資源）、バイオ2問（DNA、タンパク質）と均等出題でした。18年度は元素・化学反応・金属材料・ポリマー・ホルモンと、見事に均等な出題となりました。レベルはそれほど高くないので、基本的には材料、化学、バイオ（というか生物学）のどれか1つを得意分野とし、他の2つも広く浅く知識を仕入れておけば、得点源にすることができるでしょう。

#### (5)技術関連問題

出題の幅は広いのですが、続けて出ているのが**環境問題**（H13が2問、H14が1問、H15が2問、H16が3問、H17が2問、H18が3問）です。これが確実にできれば得点源にできます。

**エネルギー計算**問題などは出なくなり、18年度は知識問題ばかりになりました。

**マネジメント**問題は、H13～H15とリスクマネジメントが出ていましたが、H16はP D C Aや信頼性解析手法、H17はアイデア抽出およびコスト管理と、傾向が変わりました。さらにH18には設計・計画分野や情報・解析分野にもマネジメント関係が出題され、技術関連では品質検査法や知的財産管理といったちょっと絞り込んで掘り下げた問題が出されました。

**科学技術史**問題は、H17でなくなり、変わって**コミュニケーション**が出題されました。H18は出題されませんでした。これも今後どうなっていくのかちょっと予想が付きませんが、出ても1問です。このように見ると、技術関連のポイントはやはり環境と言えそうです。

以上の問題傾向からみて、たとえば設計計画については**設計理論**で2問、情報論理では常識感覚が関連**基礎知識**で1問、材料化学バイオで、どれかの基礎知識で1～2問、技術関連で**環境問題**で2問とれば合計6～7問、あとはどこかで1問拾えば、8問正解にこぎつけられます。無論、人それぞれですが、もし時間がないようであれば、次のようにするのも1案です。

- (1) システム信頼性・ポリマー・遺伝子工学・環境・マネジメントに的を絞って勉強
- (2) 過去問題を解くなどして、設計計画に関する常識感覚を身につける。
- (3) 択一セオリーなどの試験テクニックで補強する。

なお、著しく不得意な分野がある場合、**1分野なら捨ててしまっても構いません**。「0点の分野があると不合格となる」というデマが流されていたこともありましたが、確実に0点の分野があっても合格した人は大勢おり、そういうことはありませんでした。**0点の分野があっても不合格にはなりません**。無責任なデマに踊らされることなく、効率的に点数を稼ぎましょう。

## 2. 解答に必要な知識

### (1) 設計・計画

#### 【分野の傾向】

設計・計画分野は、**設計理論**と**システム設計**に大きく分けられます。

**設計理論**は、設計定義・検査・品質調査・製造物責任・トピック的用語の知識が問われます。ほとんど文章の正誤判断で、常識問題・知識問題です。

**システム設計**は、システム分析・計画技法であるオペレーションズリサーチや、最適化技法、システム信頼性などから、計算を要するような問題が出されています。

#### 【分野の基本対策】

この分野は比較的点数が稼ぎやすいのですが、中でも、**設計理論で点を取るのが効率的だ**と思います。これで最低2問、できれば3問正解を稼ぎたいところです。

特に熟練技術者は、検査・品質調査などは日常業務の中で感覚的に身につけていると思いますし、PL法やCALS・ユニバーサルデザイン・ISO9001/14001なども知らない人はほとんどいないでしょうから、常識問題・知識問題に集中して点を稼ぎましょう。そのためには、「解けそうな問題」をいくつか、いかに早く探せるかが勝負になってきます。馬鹿正直に1問目から解いていったりせず、**分野全体をざっと見て、点数の取れそうな問題を選択**しましょう。

若手技術者は、システムやコスト計算などに挑戦してもいいと思いますが、やはり計算などせずに常識・知識で解いたほうが速いですから、まずはこういった問題に目を通して、わかりそうなければシステムやコスト計算問題を解くようにしてはいかがでしょうか。

## 【分野の基礎知識】

常識・知識問題に関連した知識をざっとまとめると、下記ようになります。

設計理論の基礎知識	
基本概念	設計とは・・・概念をモノの形にし、その作り方を具体的に指示すること、モノを作るために必要な情報を全て作り出すこと 思考展開:要求機能 機能 機構 構造 まず作ろうとするモノを明確にする。目的がなければ設計ではない。 設計には、 <b>創造的設計</b> (前例なし、新たに設計:試作品・実験装置など)と <b>定型的設計</b> がある。
設計活動・基本工程	広義の設計活動:企画 設計 製作 販売 使用 後対応 基本工程(工業製品):基本設計 詳細設計 生産設計 製作
設計工程管理	主要な方法はガントチャート(横軸が達成度)、バーチャート(横軸が日程) PERT:アローダイアグラムを使った、ネットワークモデルによる工程管理 CPM:クリティカルパス:日期的余裕のない最長経路 これらについては、専門科目・施工計画の資料を参照
創造的設計	創造設計原理:着想を得る段階 着想を発展させる段階 着想を得る方法:水平法、対話法、ブレインストーミング法、KJ法、TRIZ TRIZ(トゥリーズ):発明問題解決理論 着想を発展させる方法:思考演算法、仮想演習、思考探索
定型的設計	設計マニュアルが重要(効率的な設計のノウハウ) CAD:コンピュータ支援設計/CAM:コンピュータ支援加工 CADとCAMの統合:設計時から生産技術と融合させる設計手法:コンカレントエンジニアリング CAE(コンピュータ支援エンジニアリング:数値計算で技術検討を支援)、CIM(コンピュータ統合型加工システム)もある
社会的責任	PL法:製造物責任法・・・製品に内蔵される危険・副作用傷害に配慮する義務 過失証明が欠陥証明になった ・・・消費者は、(1)欠陥がある(2)そのせいで損害の2点のみ証明すればOK 工業製品のみ(農作物・電気・ソフトは別) 外国でも適用される ライフサイクルアセスメント:製品のライフサイクル全般にわたる、環境負荷の評価手法 ライフサイクル:(製品が企画され、設計・製作され、使用されて消耗するまでの「モノの一生」) ゼロエミッション:社会全体で廃棄物をゼロにしようとする構想 ある産業活動による廃棄物を他の産業活動の材料にする等する バリアフリーとユニバーサルデザイン:対象者が制限なく社会サービスを受けられるような配慮 バリアフリーは高齢者・身障者(弱者)が対象 ユニバーサルデザインは外国人なども含めたあらゆる人が対象

また、システム設計についてまとめると、下記ようになります。時間に余裕があれば、計算を伴う出題実績のある並列化による信頼性評価、待ち行列、コスト最小化などを理解してください。

システム設計の基礎知識	
基本概念	多数の構成要素が有機的な秩序を保ち、同一目的に向かって行動するもの(JIS Z 8121) (1)目的達成のため、(2)相互に関連しあって、(3)集合体として統一された機能を果たす
システム設計手順	ニーズ分析 目的設定 昨日分析 システムのモデル化 シミュレーション 評価 仕様決定
システム分析	代表的な分析手法:オペレーションズ・リサーチ(OR)がある。 ORにはPERT/CPM、シミュレーションなどがあり、システムを分析し、評価する。 ORの例として、待ち行列の出題実績がある(H14)。 <b>待ち行列の解説は次頁以下に詳述</b> システム分析手順:(1)問題明確化、(2)調査・分析、(3)代替案評価
システム計画技法	予測技法:直感的予測技法、探索的予測技法、規範的予測技法、フィードバック技法 構造化技法:複雑に絡み合った複合体の構造を明確にしてモデル化する ……KJ法、OR(オペレーションズ・リサーチ) 評価法・管理法:PERT/CPM、シミュレーション、費用-効果分析
最適化技法	数理計画法:線形計画法、非線形計画法、動的計画法があり、線形計画法がよく出題される 線形計画法:一次式の関係にある評価関数を最大値・最小値にする 単純な線形計画法には図解法がある。 <b>図解法の解説は次頁以下に詳述</b> 線形計画法の中でもコスト最小化がよく出題される(H13、14、15)。 <b>コスト最小化の解説は次頁以下に詳述</b> その他、出題の可能性のあるものに在庫管理がある。 <b>在庫管理の解説は次頁以下に詳述</b>
システムの信頼性	システム信頼性の向上策: (1)システムの並列化、(2)システムの分散化、(3)バックアップ体制の整備がある。 システム並列化(冗長化)による信頼性評価が出題実績あり(H13、16)。 <b>並列化によるシステム信頼性評価の解説は次頁以下に詳述</b> 信頼性向上手法: フォールトアボイダンス……故障を少なくする フォールトトレランス・フェールソフト……故障の影響を抑える フールプルーフ……人為的ミスの影響を抑える ソフトウェアの信頼性:構造化プログラミング/デバッグはプログラマ本人、テストは別人

なお、この分野は設計の基礎を理解するという意味で、基礎からしっかり勉強するに越したことはありません。もしそのような余裕があれば、お勧めするのは「出題のタネ本」とも言われている「**岩波講座 現代工学の基礎**」で、その中から下記4冊、とくに と を読んでみるといいと思います。

人工物の構造と特性(設計系 )

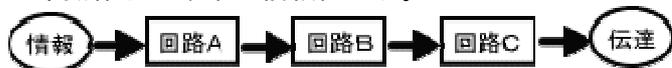
設計の理論(設計系 )

設計の方法論(設計系 )

システムの構造と特性(設計系 )

## 並列化によるシステムの信頼性評価

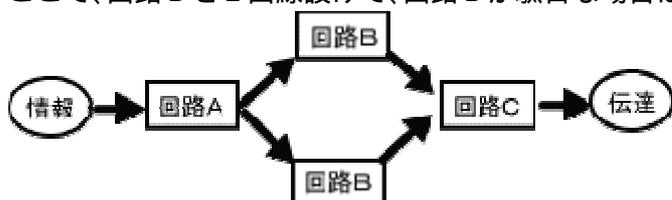
たとえば、ある情報が回路A 回路B 回路Cを経て伝達されるとします。それぞれの回路が正常に動作すれば正常な情報伝達ができますが、たまに異常動作をして伝達できないこともあります。この正常動作する確率が信頼性です。



今、回路Aの信頼性が90%としましょう。つまり、100回の情報伝達をするとき、1回は伝達不良を起こしてしまうということになります。回路B、回路Cも信頼性が90%であったとすると、全体の信頼性はどうなるでしょう。

上図のような配列を直列といいます。直列のときの信頼性は、それぞれの信頼性をかけあわせたものになります。すなわち、 $90\% \times 90\% \times 90\% = 0.9 \times 0.9 \times 0.9 = 0.729$  73%となります。

ここで、回路Bを2回線設けて、回路Bが駄目な場合は回路B を通って伝達するようにしてみます。



このような配列を並列といいます。この部分の信頼性は、回路Bも回路B も同時に不良動作を起こさない限り、情報は伝達できるのですから、それぞれの不良動作確率(1-信頼性)をかけあわせ、それを1から引いたものになります。つまり、 $1 - (1 - 0.9) \times (1 - 0.9) = 0.99 = 99\%$ となります。並列は、並べれば並べるほど信頼性はアップします。

全体の信頼性について見てみましょう。回路Bの部分の信頼性が並列化により99%になりましたから、 $90\% \times 99\% \times 90\% = 0.9 \times 0.99 \times 0.9 = 0.802$  80%となり、全体の信頼性もアップしています。つまり、こういうことです。

**直列システムの稼働率 = システムaの稼働率 × システムbの稼働率**

**並列システムの稼働率 =  $1 - (1 - \text{システムaの稼働率}) \times (1 - \text{システムbの稼働率})$**

**直列より並列のほうが信頼性が高い**

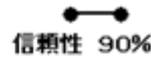
このように、システムの信頼性をアップするための方法の1つとして、同一機能を有するユニットを複数設けるといったものがあります。これを冗長化といい、直列型システムを並列型システムにすることで信頼性を向上させることを並列冗長化といいます。

以上を踏まえて過去問題を見てみましょう。

=====過去問題(平成 13 年度)=====

次の図に示されるシステムの設計を考える。各システムは、節点を連結する線要素から構成されており、節点から節点に進むことのできる可能性(要素の信頼性)は90%である。ここで、それぞれのシステムを用いて左端から右端の節点に進むことのできる可能性、すなわち、システム全体の信頼性が最も高いのはどれか。

(1) A

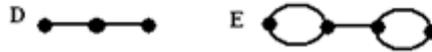


(2) B

(3) C



(4) D



(5) E

Dは直列だけなので、並列を含むシステムより信頼性が低いことは明らかです。

次にEを見てみると、Aの前に並列が1つ加わった形になっています。いくら信頼性の高い並列とはいえ、1よりは小さい(異常の起こる可能性がゼロではない)のですから、わずかでもAより信頼性は低くなります。

よって、答えはA～Cに絞られます。

AとBを比べると、Bは並列の1ルート内に直列が1つ加わっています。ですからその分だけAより信頼性は低くなります。

よって、答えはAとCに絞られました。

ここで、Aで並列になっている部分だけに着目して計算します。

(A) 90%の並列なので、 $1 - (1 - 0.9) * (1 - 0.9) = 0.99$

(C) 90%の直列が3つ並列になっている。まず直列部分の信頼性は、 $0.9 * 0.9 = 0.81$ 。これが3つ並列なので、 $1 - (1 - 0.81) * (1 - 0.81) * (1 - 0.81) = 0.993$ 。

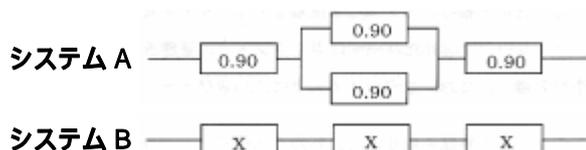
よってCのほうが信頼性が高い。答えは選択肢(3)。なお、0.81を0.8とすれば、暗算でもC > Aと判断できる程度の計算はできます。

=====

=====過去問題(平成 16 年度)=====

図に示される左端から右端に情報を伝達するシステムの設計を考える。図中の数値は、構成する各要素の信頼度を示す。また、要素が並列につながっている部分は、少なくともどちらか一方が正常であれば、その部分は正常に作動する。

システムBのシステム全体の信頼度を、システムAのシステム全体の信頼度と同じにするためには、システムBの各要素の信頼度 $X$ をいくらにすれば良いか。次のうち最も近いものを選び。なお、システムBを構成する各要素の信頼度は同じであるとする。



- (1) 0.87    (2) 0.90    (3) 0.93    (4) 0.96    (5) 0.99

システムAの信頼性は、並列部が  $1 - (1 - 0.9) \times (1 - 0.9) = 0.99$  で、これと0.92つの直列ですから、 $0.9 \times 0.99 \times 0.9 = 0.80$  となります。

システムBは信頼性 $X$ が3つ直列なので、 $X \times X \times X = X^3 = 0.80$  となります。つまり、 $X = 0.80^{1/3}$  なのです。三乗根の出せる電卓があれば、 $0.80^{1/3} = 0.93$  とすぐ出ますので、正解は選択肢(3)とわかります。

電卓がなければ、次のようにすれば暗算でも解けます。

システムA、Bを比較すると、並列が入っている分だけシステムAのほうが信頼性が高いものになっています。にもかかわらず全体の信頼性が同じということは、システムBは個々の信頼性がシステムAより高いということです。これで選択肢(1)と(2)は消えます。

システムAの信頼性は、 $0.9 \times 0.99 \times 0.9$  ですが、 $0.9 \times 0.9 = 0.81$  なので、「 $0.81 \times 0.99$  でだいたい0.8」と暗算できます。よって、システムBの信頼性は $X^3 = 0.80$  で、 $X = 0.80^{1/3}$  です。

ここで残った選択肢(3)～(5)の真ん中あたりの0.95で試算します(0.96でもいいのですが、暗算しやすい0.95にします)。

$A \times 0.95$  ということは、 $A - A \times 0.05$  ということです。 $0.95 \times 0.95 = 0.95 - 0.95 \times 0.05$   $0.95 - 0.048$  くらいなので、0.9くらい。

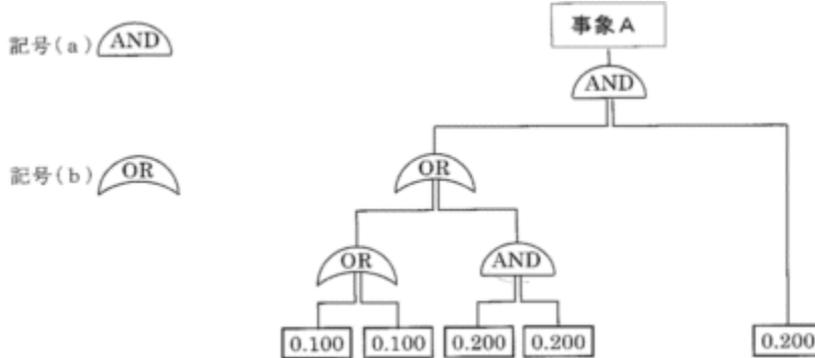
$0.9 - 0.9 \times 0.05 = 0.9 - 0.045 = 0.855$  くらい。これではシステムAの0.8より高すぎます。

よって答えは0.90より大きく、0.95より小さい選択肢で、これは(3)しかありません。

=====

=====過去問題（平成 17 年度）=====

下図は、システム信頼性解析の一つである FTA(Fault Tree Analysis)図である。図で、記号(a)は、その下流(下側)の事象が同時に生じた場合に、上流(上側)の事象が発現することを、記号(b)は、下流の事象のいずれかが起きた場合に上流の事象が発現することを意味する。事象 A が発現する確率に最も近い値を選べ。最下段の枠内の数値は、最も下で起きる事象の発現確率を表す。なお、記号の下流側の事象の発生はそれぞれ独立事象とする。



- (1) 0.200    (2) 0.044    (3) 0.048    (4) 0.203    (5) 0.204

( 1 段目 ) 左下 :  $0.1 \text{ OR } 0.1 \quad 1 - (1-0.1) * (1-0.1) = 1-0.9*0.9 = 1-0.81 = 0.19$

その右 :  $0.2 \text{ AND } 0.2 \quad 0.2*0.2 = 0.04$

( 2 段目 ) 上記より  $0.19 \text{ OR } 0.04 \quad 1 - (1-0.19) * (1-0.04) = 1-0.81*0.96 = 0.2224$

( 3 段目 ) 上記より  $0.222 \text{ AND } 0.2 \quad 0.222*0.2 = 0.0444$

よって正解は(2)。

フォールトツリーという実務技術が出てきましたが、何をやっているのかさえわかれば、簡単な問題です。ANDとORの解説が書いてありますが、システム信頼性のANDは直列を、ORは並列を表すことがわかっていれば問題ありません。ANDは  $\times$ 、ORは  $1 - (1 - ) \times (1 - )$  です。

=====

=====過去問題（平成 17 年度）=====

単位期間中の故障発生確率が 1% であるように調整されたシステムがある。このシステムを 100 単位期間稼働させたとき、この期間内に故障がまったく発生しない確率は次のうちどれに最も近いか。ただし個々の単位期間における故障の発生は、それぞれ独立事象とする。

- (1) ほぼ 0      (2) 約 1 / 3      (3) 約 1 / 2      (4) 約 2 / 3      (5) ほぼ 1

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%。

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)。

よって、 $0.99^{100} = 0.366 \square 1/3$ 。(あるいは  $(1-0.01)^{100} = 0.366 \square 1/3$  でもよい)

よって、正解は 2。

●AND 条件 (直列) は掛け合わせる……  $A \text{ AND } B \rightarrow A * B$

●OR 条件 (並列) は 1 から除したものを掛け合わせて最後に 1 から除する……  $A \text{ OR } B \rightarrow 1 - (1-A) * (1-B)$

ということ覚えていて、応用できるかどうかの勝負です。

なお、 $0.99^{100}$  という計算は、100円電卓でも比較的簡単にできます。

【独立事象】

この問題では、**独立事象**についてもよく理解しておく必要があります。そうでないと、

「 $1\% \times 100 = 100\%$ なので(1)」

とか、

「100 回に 1 回壊れる。100 単位時間だから 100 回なので、1 回は壊れる。だから(1)」

といった間違いをしてしまいます。

たとえば、

「100 枚のカードの中に 1 枚だけジョーカーが入っている。1 枚カードを引くことを 100 回繰り返して、一度もジョーカーに当たらない確率は？」

という問題があるとします。

カードを引くたびに残りカードが減るのであれば、ロシアルーレットになりますから、いつかはジョーカーを引きます。ですから一度も引かない確率はゼロです。でも、これは独立事象ではありません。なぜなら、カードを戻さないということは、2 回目にはジョーカーを引く確率は  $1/100$  ではなく、 $1/99$  になっているからです。つまり、1 回目の結果が 2 回目に影響を与えているからです。

独立事象であれば、カードを 1 回ひくたびに元に戻して 100 枚にして、シャッフルして、再度引くことになります。つまり、1 回ごとにリセットします。

現実には独立事象というのは、そうそうあるものではありません。故障率  $1/100$  のシステムにしても、たとえばこれが機械なら、稼働時間が長引けば油が切れたりいろいろして故障率がアップしてきます。でも、独立事象と断っておりますから、たとえば 1 時間稼働するたびにオーバーホールして故障率を 1% に調整して、また 1 時間稼働して……という繰り返しをしているような状況になります。

=====

最後に練習問題をやってみましょう。

(練習問題)

信頼性 88% のシステムがある。このシステムと並列に組み合わせて信頼性 99% 以上のシステムを作るには、次のどのシステムを組み合わせればよいか。

- (1) 信頼性 90%
- (2) 信頼性 91%
- (3) 信頼性 92%
- (4) 信頼性 93%
- (5) 信頼性 94%

**正解: 3**

並列システムの信頼性は、 $1 - (1 - \text{システム A の信頼性}) * (1 - \text{システム B の信頼性})$ 。

たとえば信頼性 90% のシステムを 2 つ並列に組み合わせると、その信頼性は、 $1 - (1 - 0.90) * (1 - 0.90) = 1 - 0.1 * 0.1 = 1 - 0.01 = 0.99 = 99\%$  となる。

問題では、88% のシステムと何かを並列にして 99% なので、 $1 - (1 - 0.88) * (1 - x) = 0.99$ 。よって  $x = 1 - (1 - 0.99) \div (1 - 0.88) = 0.917$ 。

よって、正解は 92%。 $(1 - (1 - 0.88) * (1 - 0.92) = 0.9904 > 0.99)$

## オペレーションズリサーチ(待ち行列)

サービス窓口における「順番待ち」を数式化したものです。

重要な要素に、到着分布(列に到着する客の数と時間の関係)やサービス分布(サービスの数と時間の関係)がありますが、出題される場合は、単純化するため、到着分布はポアソン分布に従い、サービスに要する時間は指数分布に従うものとするはずです。すなわち、まとめて到着したり、数を溜めてからいっせいにサービスしたりするのではなく、到着もサービスも、ただだらと一定の調子で行われるということです。

こういった条件で成立する、もっとも単純な待ち行列数学モデルは、次のようなものです。

単位時間当たりの到着数：

単位時間当たりサービス処理数： $\mu$

$$= \lambda / \mu$$

とした場合、

システム内に  $n$  人の客がいる確率

$$P_n = \rho^n (1 - \rho)$$

客が待たずにサービスを受けられる確率

$$P_{\text{empty}} = 1 - \rho$$

客が待たなければならない確率

$$P_{\text{full}} = \rho$$

システム中にいる平均客数

$$L = \rho / (1 - \rho) = \lambda / (\mu - \lambda)$$

待っている客数の平均値

$$L_q = \rho^2 / (1 - \rho)$$

客がシステム中に滞在する平均時間

$$W = 1 / (\mu - \lambda)$$

客がシステムに到着してからサービスを受けられるまでの平均待ち時間

$$W_q = \rho / \{\mu(\mu - \lambda)\}$$

といったような数式が成り立ちます。

なお、実際の試験では、数式があらかじめ示されるとおられますので、上式を覚える必要はないと思います。与えられた式で素直に代入し計算すればいいと考えましょう。

以上を踏まえて過去問題を見てみましょう。

=====過去問題(平成 14 年度)=====

あるコンビニエンスストアには、12:00～13:00の間に90人の客が来店する。この店にはレジ1台が設置されており、会計処理に要する時間は客1人当たり平均0.5分である。このとき、客がレジに並んでから会計が終了するまでの平均の時間は何分か、次のうちから答えよ。ここでは、単位時間当たりに客が訪れる数の分布はポアソン分布に従い、会計処理に要する時間は指数分布に従うものとする。なお、本問題に関係した公式を次に示す。

$$\text{平均対応時間(待ち時間 + 処理時間)} = 1/(1 - \rho) \cdot 1/\mu$$

ここで、 $\mu$ :単位時間当たりの平均処理人数、 $\rho$ :処理率(=  $\lambda/\mu$ )、 $\lambda$ :単位時間当たりの平均到着者数である。

- (1) 0.5(分)
- (2) 1.0(分)
- (3) 2.0(分)
- (4) 3.0(分)
- (5) 5.0(分)

平均対応時間 $W = 1/(1 - \rho) \cdot 1/\mu$ としていますが、 $\rho = \lambda/\mu$ を代入すれば教科書通りの $W = 1/(\mu - \lambda)$ となります。

求められる答えの時間単位が「分」なので、単位時間を1分とします。

単位時間当たり平均到着数  $\lambda = 90 \text{ 人/時} = 1.5 \text{ 人/分}$

単位時間当たり平均処理人数  $\mu = 1 \text{ 人/0.5 分} = 2 \text{ 人/分}$

よって、対応時間 $W = 1/(\mu - \lambda) = 1/(2 - 1.5) = 1/0.5 = 2 \text{ 分}$

問題文に示された式をそのまま使う場合、処理率  $\rho = \lambda/\mu = 1.5/2 = 0.75$

平均対応時間  $= 1/(1 - \rho) \cdot 1/\mu = 1/(1 - 0.75) \cdot 1/2 = 1/0.25 \cdot 1/2 = 4 \cdot 1/2 = 2 \text{ 分}$

最後に練習問題をやってみましょう。

(練習問題)

受付窓口が1つしかない博物館に、1時間当たり300人の割合で来館者がある。受付に平均10秒かかるとして、受付窓口の列に並んでから受付が終了するまでの平均所要時間は何分か。なお、単位時間当たりの来館者の分布はポアソン分布に従い、受付時間は指数分布に従うものとする。ここで、次の式が成り立つ。

$$\text{平均所用時間(待ち時間 + 受付時間)} = 1/(\mu - \lambda)$$

ただし、 $\mu$ :単位時間当たり受付人数、 $\lambda$ :単位時間当たり来館者数

- (1) 0.5 分
- (2) 1.0 分
- (3) 1.5 分
- (4) 2.0 分
- (5) 2.5 分

**正解: 2**

解答選択肢の単位が分なので、単位時間を1分とする。

受付処理時間が10秒なので、1分あたり処理人数は、60秒/10秒=6人 よって、 $\mu = 6$

来館者が1時間あたり300人なので、1分あたり来館者数は、300人/60分=5人 よって、 $\lambda = 5$

所要時間  $= 1/(\mu - \lambda) = 1/(6 - 5) = 1/1 = 1$ 。

平均所用時間は1分。よって正解は(2)。

## 最適化(在庫管理)

ある品物の需要量を  $R$ 、単位あたり保管費用を  $P$ 、1 回当たり発注量を  $X$ 、1 回当たり発注費用を  $Y$  とした場合、総経費  $C$  は、

$$C = 0.5 P X + Y R / X$$

で表されます。

たとえば  $R = 1,000$  台、 $P = 1$  円、 $Y = 5$  円とした場合、

$$C = 0.5 * 1 * X + 5 * 1000 / X = 0.5 X + 5000 / X$$

となります。

簡単な設定ならトライアル計算してもいいのですが、総経費  $C$  を最小化する発注量  $X$  は、上式で  $dc/dx = 0$  とすることで、 $X = (2 Y R / P)^{0.5}$  として求めることができます。

よって上の例であれば、 $X = (2 Y R / P)^{0.5} = (2 * 5 * 1000 / 1)^{0.5} = 10,000^{0.5} = 100$  台というように、簡単に計算できます。トライアルがすぐできればいいですが、手間がかかるようであれば、上式を知っているかないかで大きく差がつかます。

## 最適化(線形計画・図解法)

たとえば工業立地について考えてみます。用地や工業用水に供給可能な限界がある中で、誘致可能な工業の種類がいくつかあるとします。このような場合において、最大の生産額をあげるためには、どの工業をどれだけ誘致すればいいでしょうか。

このことを考察するための条件式として、

$$(\text{各工業が必要とする供給物の量} \times \text{各工業の誘致量}) \leq \text{供給物の限界(条件)}$$

各工業の誘致量  $0$

があります。また、目的式は、

$$\text{生産額} = (\text{各工業の生産額} \times \text{各工業の誘致量})$$

となります。このように、制約条件式、目的式とも一次式で表すことのできる場合、この方法を線形計画法といいます。

扱う要素(工業、供給物)の種類が 2 つであれば、**図解法**によって最適解を導くことができます。

次のような例を考えてみます。

供給物 \ 工業種類	工業 A	工業 B	制約条件
用地 (ha)	40	50	240
用水 (t/日)	25	15	100
生産額 (百万円)	30	25	

用地の制限は 240ha、用水の制限は 100t/日であり、それに対して工業 A は用地 40ha、用水 25t/日を、工業 B は用地 50ha、用水 15t/日を必要とします。また生産額は、工業 A が 30 百万円、工業 B が 25 百万円です。

工業 A、工業 B の誘致量（立地単位数）をそれぞれ  $X$ 、 $Y$  とすれば、条件式は、

$$\text{(条件 A)} \quad 40X + 50Y = 240$$

$$\text{(条件 B)} \quad 25X + 15Y = 100$$

$$\text{(条件 C)} \quad X \geq 0, Y \geq 0$$

また目的式は、総生産額を  $P$  とすれば、

$$P = 30X + 25Y$$

となります。

わかりやすく、条件式と目的式を  $Y = aX + b$  の形にしてみましょう。

$$\text{(条件 A)} \quad 40X + 50Y = 240 \quad Y = -40/50X + 240/50 = -0.8X + 4.8$$

$$\text{(条件 B)} \quad 25X + 15Y = 100 \quad Y = -25/15X + 100/15 = -1.67X + 6.67$$

$$\text{(目的式)} \quad 30X + 25Y = P \quad P = -30/25X + P/25 = -1.2X + P/25$$

条件式をグラフにすると、右図のようになります。条件 A と条件 B によって制限された領域が、用地・用水の制限上限を満足する領域です。

目的式は破線で示した傾きを持つ直線で、様々な値を取りますが、原点から離れるほど（図中黒矢印の方向に行くほど）生産額  $P$  が大きくなっていきます。しかし条件満足領域から外れてはいけません。

よって、条件を満足しつつ最大の生産額となるのは、条件 A と条件 B のグラフ交点を通るときであることが、図から読み取れます。

これは、目的式の傾きが条件 A と条件 B の中間にあるためで、もし目的式の傾きが条件 B より急であれば、条件 B グラフと  $X$  軸の交点（すなわち、 $Y = 0$  より、工業 B の誘致数は 0 で工業 A のみ誘致）が、また逆に目的式の傾きが条件 A より緩やかであれば、条件 A と  $Y$  軸の交点（ $X = 0$  より、工業 B のみ誘致）が、それぞれ最大生産額を見込める条件となります。

さて、図のような場合、条件 A と条件 B の交点は、連立方程式を解けば求められます。

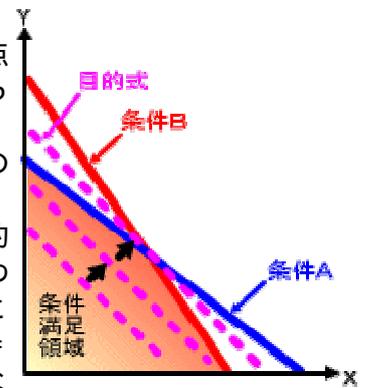
$$\text{(条件 A)} \quad Y = -0.8X + 4.8$$

$$\text{(条件 B)} \quad Y = -1.67X + 6.67$$

よって、条件 A - 条件 B として  $0 = 0.87X - 1.87$ 、よって  $X = 1.87/0.87 = 2.15$  となり、 $Y = -0.8 \times 2.15 + 4.8 = -1.72 + 4.8 = 3.08$  となります。

よって生産額は、 $P = 30X + 25Y = 30 \times 2.15 + 25 \times 3.08 = 142$  百万円となります。

以上、図解法について解説しましたが、図を描かなくても、条件式・目的式を  $Y = aX + b$  の形で式化すれば、条件 A・B の交点あるいは条件式と  $X$ ・ $Y$  軸の交点で  $X$ 、 $Y$  を求めることができます。なお、要素が 3 つ以上になると図解法では無理で、シンプレックス法などを用いねばならなくなりますが、これは複雑なので出題される可能性は低いと思われます。



## 最適化(線形計画・コスト最小化)

13・14・15年度と、3年続けて出題されたのが、コスト最小化の問題です。何らかの損害を防ぐために、相応のコストがかかります。ここにおいて、コストと見込み損害額(主に発生時の損害額×発生確率)を足したトータルコストを最小にするようなXを求めよ、というものです。

出題年度	変数Xの内容	コスト	損害額
13	安全率(強度/荷重)	製造コスト: $2X/5$ 億円	損害額 10 億円 損害発生確率 $1/(X+1)$
14	輸送時間	輸送コスト: $5X$ 万円	市場価値低下 $125/(1+X)$ 万円
15	検査回数	検査コスト: $20X$ 万円	損害額 1,000 万円 不具合発生確率 $1/X^2$

トータルコストCは、コスト+見込み損害額なので、13年度なら  $C = 2X/5 + 10/(X+1)$ 、14年度なら  $C = 5X + 125/(1+X)$  となります。いずれも、1項目は  $aX$  の形、2項目はXが分母にきています。

これらは、 $C = \text{コスト} + \text{見込み損害額}$  という式さえ立てられれば、トライアル計算してもさほど時間はかかりません。しかし、以下の式を覚えていると、かなり楽になると思います。

$$y = f(x)/g(x) \text{ のとき、} dx/dy = \{f(x)g'(x) - f'(x)g(x)\}/g(x)^2$$

ここで、 $dx/dy = 0$  のときのxは最大・最小を表すので、 $y = f(x)/g(x)$  の形にして微分すれば、トライアルすることなくXを求めることができます。

13年度の問題を解いてみます。

### (1) トータルコスト計算式を整形する。

$$C = 2X/5 + 10/(X+1) = \{2X(X+1) + 5 \cdot 10\}/5(X+1) \\ = \{2X^2 + 2X + 50\}/5(X+1) \quad \text{このように、必ず } aX^2 + bX + c \text{ の形に整形します。}$$

### (2) $y = f(x)/g(x)$ に当てはめる。

$$f(x) = 2X^2 + 2X + 50, g(x) = 5(X+1) \text{ とおきます。}$$

### (3) 微分する。

$$f(x) = 2X^2 + 2X + 50 \text{ より、} f'(x) = 4X + 2$$

$$g(x) = 5(X+1) \text{ より、} g'(x) = 5 \text{ ですから、}$$

$$dx/dy = \{f(x)g'(x) - f'(x)g(x)\}/g(x)^2 = \{(2X^2 + 2X + 50) \cdot 5 - (4X + 2) \cdot 5(X+1)\}/25(X+1)^2 = 0$$

### (4) 整形して因数分解し、Xを求める。

$dx/dy = 0$  なので、分母がどれだけであろうと分子が0。さらに分子を5で除すれば、

$$(2X^2 + 2X + 10) - (4X + 2) \cdot (X + 1) = 0$$

$$= 2X^2 - 4X^2 + 2X - 4X - 2X + 10 - 2 = -2X^2 - 4X + 8 = 0$$

$$\text{左辺を } -2 \text{ で除して、} X^2 + 2X - 4 = 0$$

これを因数分解すると、 $(X+6)(X-4) = 0$  より、 $X = 4$ 、 $-6$  が求められる。 $X > 0$  だから、 $X = 4$ 。

同様にして、14年度、15年度問題を解いてみましょう。

### =====過去問題(平成14年度)=====

A地点からB地点に物資を陸上輸送するものとする。この場合、輸送に要する時間(輸送時間)をX時間とすると、輸送に要する経費は  $5X$  万円になる。一方、輸送中の振動や揺れなどの影響を受けることによって物資の市場価値がより低下することが懸念される。ここで、市場価値の低下分は  $125/(1+X)$  万円と見積もられている。トータルコストを最小にすべく輸送計画を立てるとすると、輸送時間をどのくらいに設定するのが適当か。

### (1) 1時間 (2) 2時間 (3) 3時間 (4) 4時間 (5) 5時間

#### (1) トータルコスト計算式を整形する。

$$C = 5X + 125/(1+X) = \{5X(X+1) + 125\}/(X+1) = (5X^2 + 5X + 125)/(X+1)$$

#### (2) $y = f(x)/g(x)$ に当てはめる。

$$f(x) = 5X^2 + 5X + 125, g(x) = X + 1 \text{ とおきます。}$$

#### (3) 微分する。

$$f(x) = 5X^2 + 5X + 125 \text{ より、} f'(x) = 10X + 5$$

$$g(x) = X + 1 \text{ より、} g'(x) = 1 \text{ ですから、}$$

$$dx/dy = \{f(x)g'(x) - f'(x)g(x)\}/g(x)^2 = \{(5X^2 + 5X + 125) * 1 - (10X + 5) * (X + 1)\}/(X+1)^2 = 0$$

(4) 整形して因数分解し、Xを求める。

$dx/dy = 0$  なので、分母がどれだけであろうと分子が0。よって、

$$(5X^2 + 5X + 125) * 1 - (10X + 5) * (X + 1) = 0$$

$$= 5X^2 - 10X^2 + 5X - 10X - 5X + 125 - 5 = -5X^2 - 10X + 120 = 0$$

左辺を -5 で除して、 $X^2 + 2X - 24 = 0$  実際は13年度と同じ式になるのです……^^;

これを因数分解すると、 $(X + 6)(X - 4) = 0$  より、 $X = 4$ 、 $-6$  が求められる。 $X > 0$  だから、 $X = 4$ 。よって正解は(4)。

=====過去問題(平成15年度)=====

製造や建設の過程において検査をX回行うと、不具合の発生する確率は  $1/X^2$  と推定される。一方、総検査費用は  $20X$  万円と推定される。ここで、不具合が発生した場合の損失が1,000万円とすると、検査回数を何回に設定するのが最適かを下記より選べ。

(1) 2回 (2) 3回 (3) 4回 (4) 5回 (5) 6回

(1) トータルコスト計算式を整形する。

$$C = 20X + 1000/X^2 = (20X^3 + 1000)/X^2$$

(2)  $y = f(x)/g(x)$  に当てはめる。

$$f(x) = 20X^3 + 1000, g(x) = X^2 \text{ とおきます。}$$

(3) 微分する。

$$f(x) = 20X^3 + 1000 \text{ より、} f'(x) = 60X^2$$

$$g(x) = X^2 \text{ より、} g'(x) = 2X \text{ ですから、}$$

$$dx/dy = \{f'(x)g(x) - f(x)g'(x)\}/g(x)^2 = \{(20X^3 + 1000) * 2X - 60X^2 * X^2\}/X^4 = 0$$

(4) 整形して因数分解し、Xを求める。

$dx/dy = 0$  なので、分母がどれだけであろうと分子が0。よって、

$$(20X^3 + 1000) * 2X - 60X^2 * X^2 = 0$$

$$= 40X^4 + 2000X - 60X^4 = -20X^4 + 2000X = 0$$

左辺を  $-20X$  で除して、 $X^3 - 100 = 0$

よって、 $X^3 = 100$ 。三乗根が計算できる電卓があれば  $100^{1/3} = 4.64$  としてすぐ計算できる。

なくても、 $43 = 64$ 、 $53 = 125$  は暗算のできるの、 $4 < X < 5$ 。

検査回数なので、Xは計算値を下回らない最小の整数。よって  $X = 5$ 。正解は(4)。

最後に練習問題をやってみましょう。

(練習問題)

ある製品の強度を $X$  (MN/m<sup>2</sup>)とする。この強度を有する製品を製作するのに要するコストは、 $500X$ 万円である。一方、この製品が破損した場合に被る経済的な損害額は、 $4500$  万円で、破損の確率は  $1/(1+X)$ と見込まれている。トータルコストを最適化するには、強度をどれだけに設定するのがよいか。

- (1) 1MN/m<sup>2</sup>
- (2) 2MN/m<sup>2</sup>
- (3) 3MN/m<sup>2</sup>
- (4) 4MN/m<sup>2</sup>
- (5) 5MN/m<sup>2</sup>

**正解: 2**

トータルコストなので、コスト $V = 500X + 4500/(1+X)$ 。

数字が大きいので計算を楽にするため、コストの単位を百万円にすると、 $V$  (百万円) =  $5X + 45/(1+X)$ 。

解 1: 微分を使う

(1) トータルコスト計算式を整形する。

$$C = 5X + 45/(1+X) = \{5X(X+1) + 45\}/(X+1) = (5X^2 + 5X + 45)/(X+1)$$

(2)  $y = f(x)/g(x)$ に当てはめる。

$$f(x) = 5X^2 + 5X + 45, g(x) = X + 1 \text{ とおきます。}$$

(3) 微分する。

$$f(x) = 5X^2 + 5X + 45 \text{ より、} f'(x) = 10X + 5$$

$$g(x) = X + 1 \text{ より、} g'(x) = 1 \text{ ですから、}$$

$$dx/dy = \{f'(x)g(x) - f(x)g'(x)\}/g(x)^2 = \{(5X^2 + 5X + 45) * 1 - (10X + 5) * (X + 1)\}/(X+1)^2 = 0$$

(4) 整形して因数分解し、 $X$ を求める。

$dx/dy = 0$ なので、分母がどれだけであろうと分子が0。よって、

$$(5X^2 + 5X + 45) * 1 - (10X + 5) * (X + 1) = 0$$

$$= 5X^2 - 10X^2 + 5X - 10X - 5X + 45 - 5 = -5X^2 - 10X + 40 = 0$$

$$\text{左辺を} -5 \text{ で除して、} X^2 + 2X - 8 = 0$$

これを因数分解すると、 $(X+4)(X-2) = 0$ より、 $X = 2, -4$ が求められる。 $X > 0$ だから、 $X = 2$ 。よって正解は

(2)。

として解いていくが、計算式がパッと出てこなければ簡単な計算なのでトライアルしたほうが早い。

トライアルすると下表のようになる。

強度 $X$	コスト $V$
1	27.50
2	25.00
3	26.25
4	29.00
5	32.50

## (2) 情報・論理

### 【分野の傾向】

本分野は、大きく**情報**と**論理**に区分されます。情報には情報一般知識とインターネット関連知識があり、特に**情報セキュリティ**に関する問題がよく出ています。また論理には、**アルゴリズム**、集合、確率といったものがあります。

年度ごとの出題傾向を見てみましょう。

情報については、**ビット計算**、**セキュリティ**、**情報**(特に**ネット**)知識の中から2問が出題されてきましたが、18年度はビット計算のみでした。

論理については、毎年出題されているのが**アルゴリズム**で、繰り返し計算で何かを処理するという形式です。17年度は、複雑なアルゴリズム問題はなくなり、かわりに簡単なアルゴリズムと論理演算の知識を問う問題が出ました。18年度は1-2-5が事例応用問題として出題されていますが、アルゴリズムを使った人はあまりおらず、組み合わせで解いた人が多かったようです。

また、集合・確率といった論理計算などが出題されています。ここ3年ほどは論理計算に重点が置かれているようで、18年度は2問出題されています。(1問はアルゴリズムからの出題でもありますが)また構文図が1年ごとに規則的に出題されています。これはルールさえ理解すればサービス問題です。

	情報			論理			
	ビット計算	情報セキュリティ	情報知識	アルゴリズム	論理計算	構文図	その他
H13			ネット知識	最大公約数	集合演算		
H14			ネット知識	モンテカルロ法			
H15			情報処理知識	浮動小数点計算 2分探索			
H16				最大値検索	推移確率		
H17			情報処理知識	論理演算			探索手法
H18				集合演算	論理条件		工程管理

### 【分野の基本対策】

情報処理・セキュリティに関する知識・インターネット知識を持っていればしめたものです。

この他に身に付けておきたい基礎知識は、2進数とOR/AND/XORを使った論理演算です。これが理解できていれば、これらを活用したビット計算や集合演算などは比較的楽にできます。

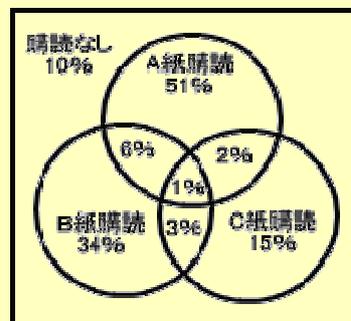
### 【分野の基礎知識】

情報に関する基礎知識をざっとまとめてみます。基本的にはネット用語をたくさん覚えるのが対策です。

情報の基礎知識	
<b>ビット計算</b>	1 ビットの情報処理量 1 か 0 の 2 つの処理量 (電気が流れるかどうか) n ビットの情報処理量 = $2^n$ 通りの組み合わせができる 情報量 = 処理量 (組み合わせ数) の、2 を底とした対数 = $\log_2 2^n$ n ビットの情報量は n である。 ビットの知識のほかに、桁取り等を理解するため、2 進数変換ができる必要がある。 <b>ビット計算の解説は次頁以下に詳述</b>
<b>情報セキュリティ</b>	セキュリティ関連用語をどれだけ知っているかが重要。 キーワード例: ファイアウォール、認証、暗号化、公開鍵・秘密鍵、なりすまし、改ざん、ハッキング・ハッカー、ウィルス、ワクチン、迷惑メール、スパムメール、メール爆弾、ソーシャルハッキングなど セコムの情報セキュリティ用語辞典などがお勧め。
<b>ネット知識</b>	LAN や WAN、インターネットとイントラネット、基礎用語 (プロトコルや IP アドレス、HTML、URL、プロバイダ、サーバ、ファイアウォール...) といったもの、および電子メールに関する事項を勉強するとよい。

また、論理についてまとめると、下記のようになります。

論理の基礎知識	
<b>アルゴリズム</b>	毎年出題され、必ず繰り返し処理が出ている。 <b>高級プログラミング言語</b> (BASIC、C、FORTRAN、PASCAL など) を知っている人は、そのプログラミングの感覚ですぐに解ける。 フロー図などを使って、とにかく「何をやっているのか」が理解できないと解けない。 <b>アルゴリズムの解説は次頁以下に詳述</b>
<b>集合演算 論理演算</b>	A and B (= $A \cdot B$ )、A or B (= $A + B$ ) で表されるものを組み合わせる問題が出る。 統計確率の基本に立ち返り、単純化して考えられるかどうかの勝負。 右のようなベン図などを使うと効率よく解ける。 <b>論理演算の解説は次頁以下に詳述</b>
<b>構文図</b>	文字列の厳密な文法を定義する条件フローのようなもの。 <b>構文図の解説は次頁以下に詳述</b>



## ビット計算

1つの回路に電流を流すか流さないかによって、「オンかオフか」(1か0か)という2つの情報を送る(処理する)ことができます。これがデジタルデータの基本単位で、「ビット」といいます。1ビット回路の処理量は、1か0かの2つだけです。

回路を2つにすれば、(0,0)、(0,1)、(1,0)、(1,1)、すなわち

- (1) 回路Aが0で回路Bが0
- (2) 回路Aが1で回路Bが0
- (3) 回路Aが0で回路Bが1
- (4) 回路Aが1で回路Bが1

の4つの組み合わせができますから、処理量は4になります。回路が2つなので2ビットになります。さらに回路を3つにしてみましょう。

```
回路A  0 0 0 0 1 1 1 1
回路B  0 1 0 1 0 1 0 1
回路C  0 0 1 1 0 0 1 1
```

の8つの組み合わせができますから、処理量は8になります。回路が3つなので3ビットになります。つまり、 $n$ ビットの処理量 $N$ は、 $N = 2^n$ 、2のべき乗となるのです。

逆にいうと、 $N$ のデータ数が扱える回路のビット数 $n$ は、 $n = \log_2 N$ 、2を底とした対数値になります。

ちなみに、現在のパソコンは32ビットCPUなので、一度に扱えるデータ量は $2^{32} = 4,294,967,296$ (約43億)となります。さらにゲーム機で使われている64ビットCPUは、 $2^{64}$ (約1,846京)のデータ処理能力があります。さらに余談になりますが、昔の「ファミリーコンピュータ」や、人類初の月面着陸を果たしたアポロ宇宙船のCPUは8ビットで、データ処理量は $2^8 = 256$ でした。

このように、ビット数が多くなると処理量(組み合わせ数)は、膨大になるので、 $2^n$ でなく、 $n$ を「情報量」として定義しています。すなわち、 $n$ ビットの扱える情報量は $n$ であるということです。正確にいうと、 $n$ ビットの扱える情報量は、 $n$ ビットの処理量 $N (= 2^n)$ の2を底とした対数値です。

もし $n$ ビットの回路が2つあった場合、処理量は $2^n \times 2^n = 2^{2n}$ となります。情報量は $\log_2 2^{2n}$ ですから $2n$ になります。同様に回路が3つあった場合、処理量は $2^n \times 2^n \times 2^n = 2^{3n}$ 、情報量は $\log_2 2^{3n} = 3n$ となります。つまり、**処理量の掛け算は情報量の足し算**になります。これは高校数学で、べきと対数の単元で習いますね。

以下、過去問題を見ながら解説を進めます。

### =====過去問題(平成13年度)=====

文字による情報を電子メール等の文字符号で送る場合と、FAX等の文字画像で送る場合の情報量について比較する。ここで、情報量とは、どれだけのものを区別できるかを示す量であり、その単位の1ビットの情報とは、0と1又は白と黒など、2つのうちどちらかであることを示せることを意味している。2ビットの情報とは、1ビットの情報を2つ組み合わせることにより、4つのものを区別することができる。FAXでは $32 \times 32 = 1024$ の白黒の点配列で漢字を含む日本語の1文字を表すものとする、この点配列の持つ情報量は1024ビットとなり、この点配列で表せる異なる画像の数は $2^{1024}$ (注: \*\*はべき乗を表す)となる。この情報を文字画像情報と呼ぼう。

実際に伝えたい文字の数は65536以下であるものとしよう。これらの文字のどれかということを示す情報は、16ビットあれば十分である。これを文字符号情報と呼ぼう。

1文字伝えるのに、点配列で表された文字画像情報の情報量は、文字符号情報の情報量の何倍になるか。

- (1) 1倍
- (2) 16倍
- (3) 32倍
- (4) 64倍
- (5) 1024倍

問題文の中でビット定義なども説明しているため長々としたものになっていますが、要は

1024ビットの情報量は、16ビットの情報量の何倍か

と聞いているのです。

前述のように、 $n$ ビットの扱える情報量は $n$ ですから、1024ビットの情報量は1024、16ビットの情報量は16で、 $1024 \div 16 = 64$ 、正解は(4)となります。

=====

=====過去問題（平成 14 年度）=====

ジョーカーを除くトランプカード 52 枚のうちから 1 枚を抜き取った。

- ・このカードがハートであることを知った時の情報量は

$$\log_2 4 = 2 \text{ bit}$$

である。

- ・このカードがキングであることを知った時の情報量は

$$\log_2 13 = 3.7 \text{ bit}$$

である。

このカードがハートのキングであることを知った時の情報量は次のどれか。

- (1) 1.2      (2) 1.85      (3) 3.1      (4) 5.7      (5) 7.4

今度は情報量の足し算です。

AND 条件 (AかつB) は、通常は掛け算になります。ハートである確率は 1/4、キングである確率は 1/13 ですから、「ハートかつキング」である確率は  $1/4 \times 1/13 = 1/52$  になります。

ここでは確率の分母を処理量として、2 を底とした対数値である情報量(ビット)にしていますから、「ハートかつキング」の情報量は、処理量の掛け算結果の 2 を底とした対数値になります。

つまり  $\log_2(4 \times 13) = \log_2 52 = 5.7$ 、正解は(4)になります。

……と、こういったややこしいことをしなくても、処理量の掛け算は情報量の足し算と理解していれば、あっさりと  $2 + 3.7 = 5.7$  と解けます。間違えて掛け算してしまうと、選択肢(5)になるというワナも用意されています。ビットは掛け算しないと覚えておきましょう。

=====過去問題（平成 16 年度）=====

レジスタに正の整数値 a を入れ、左に 5 ビットシフトしてから、a を引く。この結果、レジスタの数値は a の何倍の値となるか、次の中から選べ。

ただし、レジスタ内で数値は 2 進数として扱われ、上記の操作中であふれは生じないものとする。

- (1) 4      (2) 5      (3) 15      (4) 31      (5) 33

「レジスタ」を知らないで途方に迷ってしまうかもしれませんが、データ格納場所、下駄箱のようなものだとでも思ってください。ただし横には並びますが、縦には 1 段だけです。箱の位置は「桁」を表します。つまり、1 番右の箱は第 1 桁 (1 の位)、右から 2 番目は第 2 桁 (10 の位) です。たとえば「1」という数値を 1 番右の箱に入れたら 1、右から 2 番目の箱なら 10、3 番目なら 100 になります。

ただし、入れる数値はビットの基本単位、デジタルデータですから 2 進数です。

問題は、a を入れるのですが、入れたあとで左に 5 ビットシフトします。用語が理解できないと何のことかわかりませんが、つまり、5 つ左の箱に入れなおしています。ということは、5 桁大きくなっています。これが 10 進数なら  $a \times 10^5$  ということになりますが、2 進数ですから、5 桁大きくなったということは、 $a \times 2^5$  です。2<sup>5</sup> は 32 ですから、 $a \times 32$  になったということです。

問題文では 5 ビットシフトの後で a を引いていますから、 $32a - a = 31a$  となり、もとの a の 32 倍、正解は(4)となります。

最後に練習問題をやってみましょう。

(練習問題)

ディスク装置にアクセスするための4ビットのレジスタがある。

1ビット目には、読み取り許可権が設定されており、ここに信号として1が入力されるとディスク上のファイル読み取りができるようになる。同様に、2ビット目にはファイル作成(新規書き込み)許可権が、3ビット目にはファイル更新(更新書き込み)権が、また4ビット目にはファイル消去権が、それぞれ設定されている。

このレジスタに、10進数の数値13を入力した場合、ファイルの読取・作成・更新・消去のどれが可能か状態になるか。

	読取	作成	更新	消去
(1)	可	不可	可	不可
(2)	可	可	不可	不可
(3)	可	不可	可	可
(4)	不可	不可	可	可
(5)	不可	可	不可	可

**正解: 3**

10進数の13を2進数に変換し、各桁の数値が各ビットに割り当てられた許可の可・不可に対応する。

10進数の2進数変換は、次のようにするとわかりやすい。

10進数の8を2進数に変換してみる。

$$8 \div 2 = 4 \text{ 余り } 0$$

$$4 \div 2 = 2 \text{ 余り } 0$$

$$2 \div 2 = 1 \text{ 余り } 0$$

$$1 \div 2 = 0 \text{ 余り } 1$$

というように、2で割って行って、商が0になった時点で終了する。そして、各計算ステップでの余りを右から順に並べる。これが10進数を2進数変換した結果であり、10進数の8は2進数で1000である。

次に問題の10進数の13を2進数に変換してみる。

$$13 \div 2 = 6 \text{ 余り } 1$$

$$6 \div 2 = 3 \text{ 余り } 0$$

$$3 \div 2 = 1 \text{ 余り } 1$$

$$1 \div 2 = 0 \text{ 余り } 1$$

となり、余りを右から並べると1101になる。つまり10進数の13は2進数の1101である。右から読取、作成、更新、消去に割り当てられているから、その可否は下表のとおりとなる。よって、作成以外は可能であり、正解選択肢は(3)となる。

消去	更新	作成	読取
1	1	0	1
		×	

## アルゴリズム（繰り返し計算）

繰り返し計算のあるアルゴリズムは、プログラム構造わかりにくいという人が多いと思います。こういう人は、多少なりともなじみのある形（たとえばフロー図）に整理すると理解しやすくなります。16年度の問題1-2-5を例にとって、フロー図による整理をやってみましょう。

=====過去問題(H16 問題 1-2-5)=====

ファイルから整数データ(最後のデータは0又は負数とする)を読み込んで計算を行なう、以下のプログラムについて、間違った記述を次の中から選べ。

- ・xの値を0とする
- ・aに整数データを読み込む
- ・aが正であれば以下のことを繰り返す
  - { ・ x < aならばxにaの値を代入する
  - ・ aに整数データを読み込む
  - }
- ・xの値を出力して終了する

- (1) 読み込まれた正整数の中から最大値を選んでその値を出力する。
- (2) 0又は負の整数が読み込まれると、計算結果を出力してプログラムは終了する。
- (3) 最大値を選ぶ対象の整数は何個あってもよい。
- (4) 最初に読み込まれる整数が負の場合、出力は行なわれない。
- (5) 0又は負数の後に正整数があっても、読み込まれない。

プログラム部分をフローにします。右図を見てください。

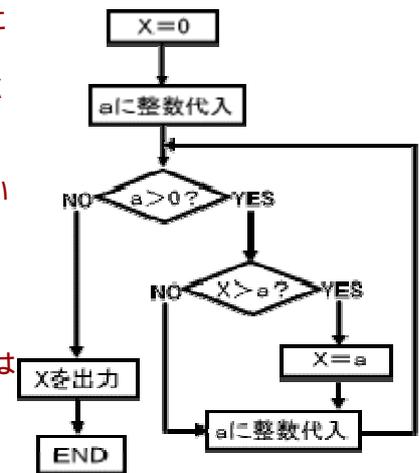
「～する」というような、無条件に処理していく部分は、長方形の枠の中に実施内容を書いて、順に並べて矢印で実施手順を示す。

実施内容は、「Xの値を0とする」と、そのまま書いてもかまいませんが、「 $X = 0$ 」というように式にできるものは式にしたほうが楽です。

「～ならば」といった、条件分岐は、ひし形の枠の中に判断基準を書き、YES/NO 判断で左右に分かれるようにする。ここでも「aが正」「 $a > 0$ 」のように式にします。

繰り返し部分は、どこからどこまでが繰り返し処理内容かを読み取り(プログラムでは、インデントで字下げして、前後を「{」「}」などで囲って表示されることがよくある)、最後はどこへ戻るのかを把握する。

処理終了部分には「END」と明示する。なお、開始部分が見難い場合は処理開始箇所に「START」と明示するとわかりやすくなる。



これを見ながら、選択肢を検討していきましょう。

- (1) 読み込まれた正整数の中から最大値を選んでその値を出力する。

よくわかりませんね。実はこのアルゴリズムは最大値検索を目的としたルーチンなのですが、別にそんなことわからなくてもかまいません。明らかな間違いが見つければそれでいいのですから、とりあえず正誤判断はせず、放っておきます。

- (2) 0又は負の整数が読み込まれると、計算結果を出力してプログラムは終了する。

最初の条件分岐(ひし形部分)で $a > 0$ ?に対してNOですから、「Xを出力」して「END」に行きます。よって記述内容は正しいとわかります。

- (3) 最大値を選ぶ対象の整数は何個あってもよい。

よくわからないので放っておきます。

- (4) 最初に読み込まれる整数が負の場合、出力は行なわれない。

フローより明らかなように、「aに整数代入」の後には $a > 0$ ?の分岐に行きます。ここで $a < 0$ であれば「Xを出力」に行きます。よって、「出力は行われない」ことはありません。

ここで明らかな間違いが見つかったので、正解は(4)とし、検討を終了してもかまいません。

- (5) 0又は負数の後に正整数があっても、読み込まれない。

最初の分岐で $a > 0$ でなければ「Xを出力」して「END」に行き、プログラムは終了しますから、読み込み(aに整数

代入)はもう行われません。よって記述内容は正しいとわかります。

もう1問、過去問題を使って、フロー図化の練習をしてみましょう。

=====過去問題(H13 問題 1-2-1)=====

次に示すアルゴリズムを実行した結果、表示される値はいくらか。

アルゴリズムE

- ・整数変数  $x$  の値を 70 とする; 整数変数  $y$  の値を 50 とする;
- ・ $x$  を  $y$  で割り算し、余りを整数変数  $r$  に代入する;
- ・ $r=0$  の条件が成立しない時は、以下の手順を繰り返す:(下の注を参照のこと)
  - {  $y$  を  $x$  に代入する;
  - $r$  を  $y$  に代入する;
  - $x$  を  $y$  で割り算し、余りを整数変数  $r$  に代入する;}
- ・ $y$  の値を表示する;

注)まず、 $r=0$  の条件が成立するか調べ、成立しなければ{ }内の命令文を実行し、その後  $r=0$  の条件が成立するかどうかを調べる。成立しなければ{ }内の命令文を実行する。これを繰り返し、条件が成立したら繰り返しを終了して、次の表示命令文を実行する。

- (1) 0    (2) 5    (3) 10    (4) 20    (5) 50

最初の2行は単純処理ですから、長方形枠を手順通りに並べます。処理内容は、「整数変数  $x$  の値を 70 とする」と、そのまま書いてもかまいませんが、「 $x = 70$ 」というように簡潔にしたほうがわかりやすくなります。2行目も「 $x \div y = z \dots r$ 」というように式にします。

3行目は条件分岐です。「 $r = 0$ 」が条件で、YES (成立する) 時は繰り返し部分(「{」と「}」で囲まれた部分)を飛ばして、その先にいきます。つまり「 $y$  の値を表示する」に行きます。「 $r = 0$ 」がNO (成立しない) 場合は、繰り返しになります。

繰り返し内容は、単純処理が3つです。それぞれを式化し、長方形枠に書きます。

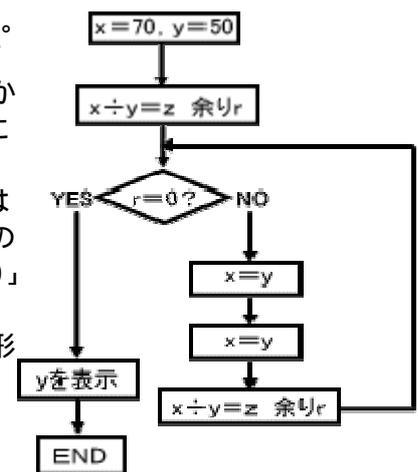
「 $y$  を  $x$  に代入する」    「 $x = y$ 」

「 $r$  を  $y$  に代入する」    「 $y = r$ 」

「 $x$  を  $y$  で割り算し、余りを整数変数  $r$  に代入する」

「 $x \div y = z$  余り  $r$ 」

その後、繰り返しの頭部分、すなわち条件分岐のところに戻ります。これをみると、 $r = 0$  かどうかの判断をして、 $r = 0$  であれば、繰り返し内の処理(3ステップ)を行い、また  $r = 0$  かどうかの判断をして、 $r = 0$  であれば……というような繰り返し処理であることが理解できます。



なお、H13 問題は値(最後に表示される  $y$  の値)を聞いています。処理内容の正誤を聞く H16 問題とは、問う内容が異なります。

値を聞いてくる問題で、かつ、フロー化しなくてもプログラム手順通りの実行ができる(トライアル計算できる)場合は、トライアルしてしまったほうが速くなります。

この視点で過去問題を見ると、

H13……値を聞くので、トライアルのほうが速い

H14……処理内容を理解しないと答えられないので、フローを作成

H15……2問とも、処理内容を理解しないと答えられないので、フローを作成

H16……処理内容を理解しないと答えられないので、フローを作成

となり、フローを書いたほうがいい問題例が圧倒的に多くなっています。

最後に練習問題をやってみましょう。

(練習問題)

大小に関係なくランダムに並んだ 100 個の数値データがある。この中から最小値を抽出するプログラムを作るとき、下記の [ ] に入る処理内容として適当なものはどれか。

(プログラム)

- ・変数 x に数値データから値を読み込む
- ・変数 a に x の値を読み込む
- ・数値データが残っていれば次の繰り返し処理を行う

```
{
  [ ]場合は、aにxの値を代入する
  xに数値データから値を読み込む
}
```

- ・aの値を出力して終了する

- (1) aがxより小さい
- (2) aがxより大きい
- (3) aとxが等しい
- (4) 数値データの終わりまで来た
- (5) 数値データが残っている

正解: 2

処理内容をフローにしてみる(右図)。

最初の2行は単純処理。数値データをVとすれば、1行目は「x = V」、2行目は a = x。

3行目は条件分岐。「数値データが残っていれば」なので、ひし形枠に「数値データ残」とでも書く。

YES なら繰り返し、NO なら繰り返しを飛ばして次の処理、つまり、「aを出力」「END」へ。

繰り返し内容を見ると、[ ]内は条件分岐の判断基準とわかる。

ここで YES なら「aにxの値を代入」「a = x」の処理。その後、YES でも NO でも「x = V」処理をして繰り返し。

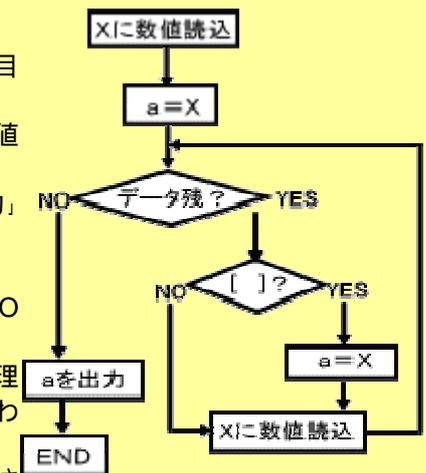
フローを見ると、繰り返し内は、条件[ ]が成立した場合にのみ「a = x」処理を実行し、データのある限り繰り返し処理を行うというルーチンであることがわかる。

ここで、このプログラムの目的は最小値の抽出であることから、最後に出力されるaが最小値であることがわかる。

また、xは、「数値データから値を読み込む」ことから、繰り返し処理の度に、数値データ群から読み込まれる値であることがわかる。つまり、繰り返し内の「a = x」処理は、「最小値の入れ物」である変数aに、数値データ群から読み込んだ値であるxを代入する処理であることがわかる。

さて、aには、繰り返し開始前に(2行目で)、数値データ群の最初のデータ(1行目でxに読み込んだ値)を代入してある。したがって、1回目の繰り返し処理内で、「a = x」をやってもやらなくても、aの値は変わらない。しかしこの後、xに数値データから値を読み込むので、xには数値データ群の2番目のデータが入る。つまり、2回目の繰り返し処理時点では、aに入っているのは数値データ群の最初の値、xには同じく2番目の値が入っている。よって、もし「a = x」を行うとすると、aが「最小値の入れ物」であることから、xがその時点での最小値である、すなわち「それまでの最小値」であるaより小さい値であるということが、「a = x」処理を行う条件であることがわかる。

以上より、「xがaより小さい」ということは「aがxより大きい」ということであるから、正解は(2)である。



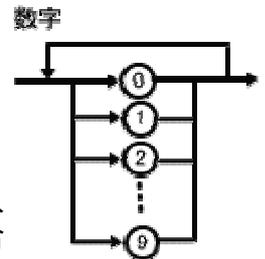
## 構文図

- 構文図は、文法を図化したもので、厳密な、あいまいさのない文法が必要な世界、つまりプログラミングの世界でよく使われます。

最も単純な構文図を右図に示します。

文章（文字列）を左から流すと、1文字ずつ流れていきます。枝分かれして、数字の0~9のどれかと合致すると、その先に行きます。文字列が終わっていれば（文章を構成する文字が全部通過したら）終了、そうでなければ戻って、次の文字を枝分かれに流します。

もし文字列の中に条件に合致しない文字、（右の例だと数字以外の文字）が入っている場合、通過できずにエラーとなります。逆に言うと、この構文図に合致する文字列は、数字のみから構成される文字列、つまり「数字」だということになります。



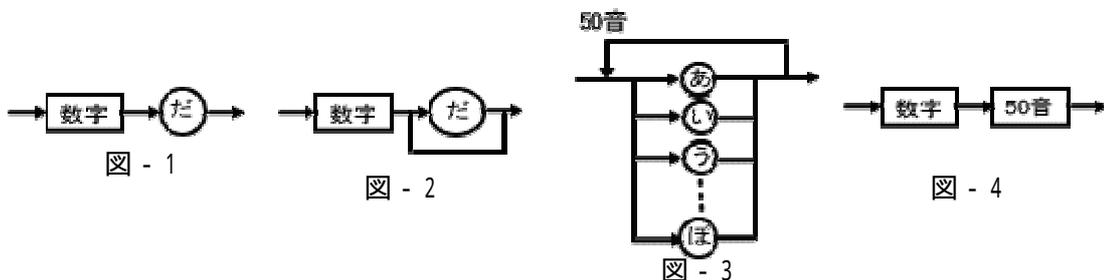
- 次に、図 - 1 のような構文図を考えてみます。ここで、 で囲まれた記号を終端記号といいます。また で囲まれた記号を非終端記号と呼び、これらは別の構文図で定義されています。ここでは、「数字」は右上の構文図により定義されているものとします。

図 - 1 では、数字のあとに「だ」という文字が無条件にくっついていないと通過できません。ですから、たとえば「123 だ」という文字列は通過できますが、「123」や「123 よ」は通過できません。

図 - 2 のようにすると、文字なしでも通過できるようになりますから、「123」でも OK になります。しかし「123 よ」は通過できません（文字がないわけでもなく、「だ」でもないため）。

そこで、図 - 3 のようにして「あ」～「ん」と濁音・半濁音を「50音」として定義します。

その上で、図 - 4 のようにすれば、「123 だ」「123 よ」「123 だよ」「123 かもしれない」などが通過できるようになります。

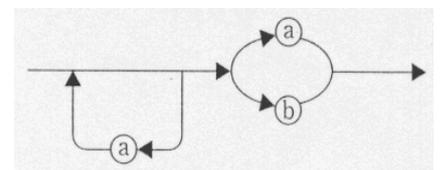


- 過去問題を使ってトレーニングしてみましょう。構文図の問題は常に「ありえないもの探し」です。

◇ 平成 14 年度

- (1) a (2) b (3) a b  
(4) b a (5) a a a

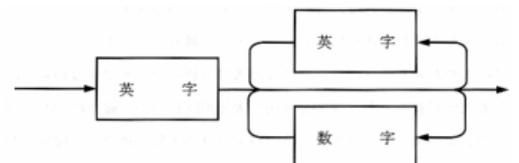
最初に a に何度か寄り道することがある(スルーもできる)。最後は a か b のどちらかで終わる。つまり b は最後にしか出てこない。よって b の後に a が出てくる(4)は誤り。



◇ 平成 16 年度

- (1) A (2) name (3) B740  
(4) C6H6 (5) 11PM

最初は英字しかありえない。よって(5)が誤り。



平成 18 年度

- (1) 2 3 4 B (2) 4 f 6 5 (3) Y 5  
(4) 4 (5) 3 M 8

最後の数字はスルーできないので、最後は数字しかありえない。よって(1)が誤り。



## 2進数

### 2進数とは

N進数とは、ゼロから数値を増やしていった、Nになったら桁を1つ上げて、元の桁はゼロにリセットするというものです。

私達が普通使っているのは10進数ですね。0、1、2、3・・・と増やしていった、10になったら、2桁目(10の位)の数値を1つ増やして、1桁目はゼロに戻します。つまり、「10」になります。

では2進数はどうなるでしょう。0、1、ときて、2になったら、2桁目を1つ増やして、1桁目はゼロにします。つまり、

0、1、2

ではなく、

0、1、10

となります。

さらに増やしていくと、10の次は1桁目がゼロから1つ増えて1になり、11となります。その次は、1桁目が2になるので、再び2桁目を1つ増やして1桁目はゼロに戻します。

ところがこのようにすると、2桁目が1から1つ増えて2になってしまいます。そこで今度は3桁目を1つ増やして2桁目はゼロに戻します。つまり、

$$11+1=12$$

1桁目の2を0にして2桁目を1つ増やす 20

2桁目の2を0にして3桁目を1つ増やす 100

となります。このようにして、2進数の数値と10進数の数値を比べてみましょう。

10進数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2進数	0	1	10	11	100	101	110	111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111	10000

2進数では、10進数の2、4、8、16で桁が上がっていますね。これらはそれぞれ $2^1$ 、 $2^2$ 、 $2^3$ 、 $2^4$ に相当しますね。10進数でも桁が上がるのは10、100、1000、10000で、それぞれが $10^1$ 、 $10^2$ 、 $10^3$ 、 $10^4$ に相当しますから、この点は同じです。つまり、N進数では $N^1$ 、 $N^2$ 、 $N^3$ 、 $N^4$ ・・・で桁が上がるのです。

### 2進数～10進数変換

10進数の数値を2進数に変換するには、次のようにすればできます。

例として、10進数の13を2進数に変換してみます。

$$(1) 13 \div 2 = 6 \text{ あまり } 1$$

$$(2) 6 \div 2 = 3 \text{ あまり } 0$$

あまりを下から上に逆順に読んで並べる

$$(3) 3 \div 2 = 1 \text{ あまり } 1$$

$$(4) 1 \div 2 = 0 \text{ あまり } 1$$

このように、商がゼロになるまで2(N進数のN)で割って、あまりを(4) (1)の順に(計算して出てきたとは逆順に)並べます。こうすると「1101」が得られます。これが10進数の13を2進数に変換した答えです。

今度は2進数を10進数に変換します。これは、 $(2^{\text{桁数}-1} \times \text{N桁目の数値})$ とすればOKです。

2進数の1101を10進数に変換してみましょう。

4桁目  $2^{(4-1)} = 2^3 = 8$ で、ここが1なので $8 \times 1 = 8$

3桁目  $2^{(3-1)} = 2^2 = 4$ で、ここが1なので $4 \times 1 = 4$

2桁目  $2^{(2-1)} = 2^1 = 2$ で、ここが0なので $2 \times 0 = 0$

1桁目  $2^{(1-1)} = 2^0 = 1$ で、ここが1なので $1 \times 1 = 1$

合計して、 $8+4+0+1=13$

### 2進数は何に使うか

コンピュータは電子機器ですから、回路に電流が流れているか流れていないかの2つに1つです。流

れている状態(ON)を1、流れていない状態(OFF)を0とすれば、この組合せで情報が伝達できます。

4つの回路のON/OFFの組み合わせで情報を送ると、

0000、0001、0010、0011、0100、0101、0110、0111、1000、1001、1010、1011、1100、1101、1110、1111

の16通りの情報が流せます。前表のように、これは10進数で10~15にあたります。コンピュータでは、この16通りの情報を16進数で扱います。

16進数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10
10進数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2進数	0	1	10	11	100	101	110	111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111	10000

## 論理演算

論理演算とは、真か偽かの2通りの結果だけを使った、集合における演算で、プログラミング言語などではビット演算とも言います。

与えられた命題が正しい場合を真(true)、正しくない場合を偽(false)とといいます。

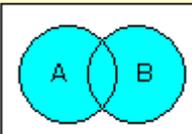
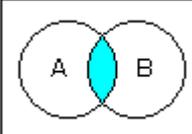
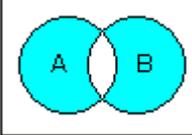
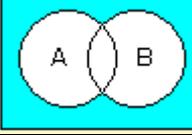
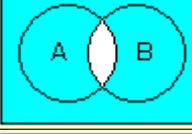
ここで「命題」とは、論理学用語で、意味に不明瞭なところがない文章のことです。

たとえば「私の身長は170cm以上である」という文書は、あいまいな点がないので命題です。一方、「私は忙しい」というのは、「忙しい」のところにあいまいさ・不明瞭さがある(「忙しい」と「忙しくない」の間の明瞭な境界がない)ので、命題とはいいません。

さて、「私の身長は170cm以上である」という命題に対し、身長175cmの人を当てはめると、命題は正しくなります。よって、真です。身長165cmの人を当てはめると、命題は正しくなくなります。よって、偽です。このように、同じ命題でも、当てはめる要素によって真偽は異なることがあります。論理演算には、以下のものがあります。

ORとNOR、ANDとNANDは、それぞれの否定なのでわかりやすいと思います。ちょっとややこしいのはXORです。XOR = OR-ANDと理解してください。

試験で必要になることが考えられる知識は、上の3つ程度と思われる。

演算種類	演算結果が真となる条件	イメージ(ベン図)
論理和 OR	AとBのいずれかが真である(両方真でもOK)	
論理積 AND	AとBのいずれもが真である	
排他的論理和 XOR	AとBのいずれか一方のみが真である	
論理和の否定 NOR	ORの真偽反転(ORで偽であるものが真となる)	
論理積分の否定 NAND	ANDの真偽反転(ANDで偽であるものが真となる)	
論理否定 NOT	真偽反転(真であれば偽に、偽であれば真になる)	

たとえば、命題Aが身長170cm以上、命題Bが体重60kg以上としてみます。これに対して、様々な身長・体重の場合に、論理演算の結果がどうなるかみてみます。なお下表の中で○は真、×は偽です。

命題A	命題B	身長 cm	体重 kg	OR	AND	XOR	NOR	NAND
身長 170cm 以上	体重 60kg 以上	175 真	70 真	○	○	×	×	×
		175 真	55 偽	○	×	×	×	○
		165 偽	65 真	○	×	×	×	○
		165 偽	55 偽	×	×	×	○	○

### (3) 解析

- (1) 分野の傾向微分・各種数値解析手法の他、力学・バネ・熱伝導その他の計算式の問題も出題されていましたが、近年は「正しい式はどれか」など、計算が不要な問題ばかりになっています。苦手な人にとって難問が多い中、数値の変化をつかむことにより中学の数学程度で解ける問題も出題されています。

H18の問題について見ると、計算式の知識がないと解けないのが3問、数値解析の知識があれば解けそうなのが2問でした。つまり感覚的に解けそうな問題がほとんどありませんでした。17年度も同様です。

#### (2) 分野の基礎知識

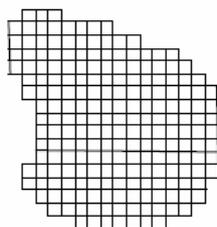
##### ➤ 数値解析について

数学が得意な人を除き、数値解析についてざくっと理解しておくのが、解析群で得点する早道ではないかと思えます。

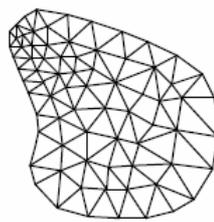
数値解析手法には様々な方法がありますが、ここではよく用いられている差分法、有限要素法、境界要素法について説明します。

- 差分法：計算対象領域を規則的な格子に分割し、微分方程式を変形して計算する手法。  
求まるのは基本的に格子点上の値である。数学的にわかりやすい。  
領域の形状が複雑な場合、領域に沿った形状で計算することが難しい。  
計算対象領域を分割するのは簡単。  
領域形状が変形するような問題は難しい。  
河川・氾濫水・土石流等の解析によく用いられる。
- 有限要素法：計算対象領域を三角形要素に分割し、微分方程式を変形して計算する手法。  
求まるのは基本的に三角形の頂点上の値である。数学的に複雑。  
領域の形状が複雑でも対応しやすい。  
計算対象領域を分割するのは面倒。  
領域形状が変形するような問題にも対応できる。  
湖沼・氾濫水、複雑な領域の流体、構造物の応力・変形解析等によく用いられる。
- 境界要素法：計算対象領域の境界を線要素に分割し、微分方程式を変形して計算する手法。  
求まるのは基本的に線要素と線要素の交点の値である。数学的に難解。  
領域の形状が複雑でも対応しやすい。  
計算対象領域を分割するのは簡単。  
領域形状が変形するような問題にも対応できる。  
ポテンシャル流れ、海の波の解析によく用いられる。
- 上の3手法に共通：要素・格子を小さくすれば精度が上がるが、分割が細かすぎると計算に時間がかかる。どの手法が精度がよい、ということは対象となる問題によって異なる。  
計算に要する時間は、当然ながら要素数が少ないほど短い。同じ手法間でもそうだし、有限要素法よりも境界要素法の方が短時間で解を得られる。得られる解はすべて近似解である。

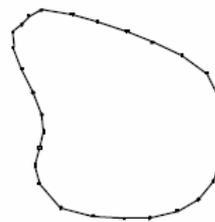
どんな問題に対してはどの手法を用いるか、ということについては、計算対象、技術者・発注者の方針・得意分野、その問題に対してよく用いられる手法の傾向、必要とされる精度等によって異なるので、一概には言えません。各手法の領域の分割は、下図を参考にしてください。



差分法



有限要素法



境界要素法

- 微分・偏微分について……最近はあまり単純な問題は出ていませんが、基礎知識として、以下のことは理解しておいていただきたく思います。(高校数学の復習です)
  - $dy/dx$  について
 

「微分」とは、分かりやすい言葉でいえば「瞬間変化率」を求めることです。

例えば、1時間に40 km走行すれば、平均速度は40 km/時間ですね。しかし、速度規制は瞬間速度で規制され、一瞬でも60 km/時間を越えてはなりません。

「平均速度」を「平均変化率」と呼べば、「瞬間速度」を「瞬間変化率」と呼べます。これが微分概念です。グラフ上では接線の勾配が「瞬間変化率」であり、微分概念です。

$y = f(x)$  のとき、 $dy/dx$  を  $y = f(x)$  の「導関数」といい、 $dy/dx = \lim_{h \rightarrow 0} [f(x+h) - f(x)] / h$  となります。導関数を求めることを「微分する」といいます。
  - $y/ x$  について
 

関数  $z = f(x, y)$  のように変数が2個以上あるとき、 $y$  を一定に保った場合に、 $y/ x$  は  $z = f(x, y)$  の  $x$  についての「偏導関数」といいます。偏導関数を求めることを「偏微分」といいます。
- 導関数の差分近似式について
 

導関数は、式では  $dy/dx = \lim_{h \rightarrow 0} [f(x+h) - f(x)] / h$  となり、 $\lim_{h \rightarrow 0}$  により瞬間変化率が算出されます。

点  $x$  での差分は  $u(i+1) - u(i)$  であり、単位(格子)幅  $h$  の差分近似式は  $[f(x+h) - f(x)] / h$  となります。導関数の式から  $\lim_{h \rightarrow 0}$  を外した形となり、「 $h$  当たりの平均変化率」と覚えればよい。例えば自動車の速度表示は導関数により求めた瞬間速度ではなく「 $h$  秒当たりの平均速度」でしょうか。格子幅  $h$  を少なくすることにより精度は上がり、より瞬間速度に近似します。

#### 力学・バネ・熱伝導・重力その他の計算問題

比例か反比例か、2乗に比例か、3乗に比例かを判断できれば解ける問題も出題されています。(バネ)のびのエネルギー(バネ係数  $k$  のバネののびを  $X$  とすると、のびのエネルギーは  $W = (1/2)kX^2$ )、全ポテンシャルエネルギー( = 内部ポテンシャルエネルギー + 外力のポテンシャルエネルギー)がよく出題される。

(力学)ヤング率、応力、ひずみについて理解しておくこと。特に比例・反比例の関係に慣れておくこと。

(熱伝導)熱伝導は一次式ということが分かっておれば解ける問題が出題されています。

## (4) 材料・化学・バイオ

### 【分野の傾向】

本分野は、**材料・化学**、**バイオ**の2分野から成ります（材料と化学は分けられるかもしれませんが、素材など両者にまたがった問題も多いので、まとめました）。

過去の出題実績をみると、バイオでDNA・クローンにやや偏っていた時期がありますが、総じて分野全体から広く出題されているようです。

材料・化学については、「科学の雑学」的知識があれば、感覚的に正解がわかる程度のレベル・質の問題が多いようです。また、高校生レベルの問題が出てみたり、アボガドロ数を覚えていないと歯が立たなかったり、レベルのばらつきが激しい傾向があります。ただ、年を追って易しくなっている（より基礎的内容になっている）ように感じます。

バイオは、最初のころはDNA・RNA・アミノ酸といった遺伝子工学、クローンを理解していれば2点は取れたのですが、徐々に出題範囲が広がってきています。17年度は材料2：バイオ1となりました。さらに18年度は材料2、化学2、バイオ1となり、バイオはどんどん小さな扱いになってきていると同時に、タンパク質やホルモンなど多岐にわたる分野から出題されるようになって、なかなか手が出ないものになっています。

年度	材料		化学			バイオ		
H13	プラスチックの性質	産業用エネルギー	金属の自由電子	窒素化合物処理		DNA 2重螺旋構造	クローンの定義	ミトコンドリア
H14	物理特性	耐久性・有毒性	分子数の計算	触媒の機能	化学反応と生体反応	コドン	遺伝情報の流れ	クローン作出
H15	形と強度	電子材料の性質	物質構成元素	原子効率		肺炎双球菌実験	酵素の機能	DNAの構成成分
H16	材料構成元素	材料史	単元素物質	水素原子・分子		メンデルの実験	エネルギー代謝	ホメオスタシス
H17	無機材料の機能	金属資源と製造	化学結合	電子殻・電子数		DNAの変性	タンパク質の性質	
H18	製品・材料と元素	高分子化合物	元素の周期表	合成反応速さと平衡		ホルモン		

### 【分野の基本対策】

各分野について、広く浅く勉強しておけば2点は取れると思います。

材料・化学は、範囲が広いので、「これ!」といったポイントを示すことはできませんが、材料については、**金属・セラミックス・高分子**(プラスチックやゴム類)の「**三大材料**」について、その基本的性質を押さえておきましょう。

化学については、原子・分子や化学結合といった化学基礎について、知識を整理しておきましょう。特に主要元素については、原子番号を覚えておいて、 $\text{原子量} = \text{原子番号} \times 2$  とすれば、化合に関する計算ができます。この計算は、17年度は技術関連分野でCO<sub>2</sub>排出量比較の形で出題されています。覚えておくといい元素は、水素(原子番号1。これだけは原子量1)と炭素、窒素、酸素(原子番号6、7、8)です。これだけ覚えておけば有機物やCO<sub>2</sub>などの計算はできます。できれば、第3周期までの元素を覚えられるといいでしょう。

また、「何をどのようなものに使っているか」を知っておくと便利です。元素は、周期律表の同じ列のものが類似の性質を持ちます。たとえばNe、Ar、Kr、Xeといった18族元素は、いずれも稀ガス(かつては不活性ガスともいいました)ですが、放電管中にこれらの気体を充満させ、放電を行うと気体により様々な色の光を発する性質があり、ネオンサインや消毒ランプなどに利用されています。

材料・化学の基礎知識	
金属	自由電子の存在と、それゆえにもたらされる、 <b>電気伝導性・光沢・不透明・展性</b>
セラミックス	代表例:アルミナ / <b>高耐熱性・高強度・高硬度・絶縁性・光学的透明性・耐食性・生体適合性</b> / じん性が低い
高分子	<p><b>基本知識</b>            プラスチック・ゴム・繊維などの<b>有機材料</b>            単量体(<b>モノマー</b>)が繰り返し結合(<b>共有結合</b>)した<b>巨大分子</b>の総称が<b>高分子(ポリマー)</b>  <b>粘弾性が大</b> 壊れにくい / 原子充填密度小 <b>軽い</b>            多くは<b>熱可塑性</b>で、一部は<b>熱硬化性</b>  <b>熱可塑性</b>: 常温で固体・加熱すると溶解液となる 生計が容易            さらに細分できる            (1) 耐熱性の度合いによる3分類: 汎用樹脂・汎用エンジニア樹脂・スーパーエンジニアリング樹脂            (2) 高分子鎖の配行による2分類: 結晶樹脂・非結晶樹脂  <b>熱硬化性</b>: 製品生成時に過熱冷却すると耐熱性を持ち再び熱溶解しない: FRPに利用</p> <p><b>プラスチックの生成</b>            プラスチック原料の大部分は<b>石油</b> / 石油中の<b>ナフサ</b>(化学原料にする成分)を分別したり反応させたりして作る / 反応のさせかたにより<b>多種のプラスチックができる</b> / 種類の異なるプラスチック同士は<b>混ざりにくい</b></p> <p><b>グリーンプラスチック</b>  <b>生分解性プラスチック</b>ともいう / トウモロコシやサツマイモなどの成分から作る<b>環境負荷の少ないプラスチック</b> / 普通のプラスチックと同様の機能 / 使用後は自然界の土や水中に生息する<b>微生物の働き</b>により分解 / 最終的には水や二酸化炭素に分解  <b>グリーンケミストリー</b>: 化学合成段階で環境負荷低減をめざすこと</p> <p><b>吸水性高分子</b>            紙おむつなどに利用され、非常に多くの水を吸い、圧力をかけても逆流しない            「さらさら」というCMを思い出そう。</p>
化学基礎	原子の構造(陽子・中性子・電子) / 周期律表の特性(活性など) / 原子量・分子量とアボガドロ数(1モルの質量が分子量で、1モル中の分子個数がアボガドロ数 = $6 \times 10^{23}$ ) / 化学結合

バイオは、下表の内容程度を最低限の知識として頭に入れておいてください。

バイオの基礎知識							
バイオ全般	お勧めサイト:「遺伝子の部屋」( <a href="http://www.mls.sci.hiroshima-u.ac.jp/smg/education/gene_main.html">http://www.mls.sci.hiroshima-u.ac.jp/smg/education/gene_main.html</a> ) じっくり読んでいけば、1日から数日でバイオ・DNAに関する問題にはたいい答えられるようになる。用語集: <a href="http://www.mls.sci.hiroshima-u.ac.jp/smg/education/words.html">http://www.mls.sci.hiroshima-u.ac.jp/smg/education/words.html</a>						
DNA・RNA	この表を覚えたらとりあえずOK!						
	核酸	鎖数	構成	塩基	塩基ペア	所在	役割
	DNA	2本	糖 + リン酸	ATGC アデニン・チミン・ グアニン・シトシン	A & T, G & C	細胞核内	遺伝情報格納
RNA	1本	塩基	AUGC アデニン・ウラシル・ グアニン・シトシン	A & U, G & C	細胞核外	遺伝情報をDNAからコピー 核外へ運びリボソームに伝達 リボソームがタンパク質合成	
DNAの一部が遺伝情報 / DNAが集まって染色体形成 DNA再生:2本鎖が別れる 1本づつを鋳型にしてもう1本が形成 2組になる							
細胞小器官	ミトコンドリア:酸素からエネルギー作る、元は単独生命体 リボソーム:タンパク質合成						
クローン	倫理上問題があるのは体細胞クローン						
	クローン種別	遺伝子移植元	移植先	事例、備考		クローンの目的	
	胚細胞クローン	受精卵	核を除いた 卵子	一卵性双生児 双子・三つ子を人工的に作ったもの 倫理問題なし バイオ農業で期待		食料の安定供給	
体細胞クローン	体細胞	羊のドリー もとの生体の「生まれ変わり」 クローン人間など倫理問題あり 老化が早いなど問題多い		死んだ人間を 生き返らせるなど?			

## (5) 技術連関

### 【分野の傾向】

環境、エネルギー、マネジメント、技術史といった範囲から出題されます。問題数は、14年度が4問と少なくなっていますが、あとは7～8問で推移しています。

16年度は、エネルギーが計算問題でなくなったこと、マネジメントがリスク管理でなくなったことの2点で、これまでと大きく傾向が変わりました。特にエネルギー計算がなくなったことで、難度が落ち、選択の幅が広がったといえます。

17年度は、ブレインストーミングやコスト計画、コミュニケーションなど、マネジメント的な方面にウェイトがおかれている印象を受けました。また、地球温暖化やリサイクル、CO2排出量計算など、タイムリーな出題が目につきました。

18年度は環境関連問題が5問中3問に達し、環境とマネジメントばかりの出題となりました。

年度	環境	エネルギー	マネジメント	技術史	見識・倫理
H13	* 地球温暖化 * 環境知識	* 計算(化石燃料) * 計算(発電効率)	* リスクの定義 * 安全設計	* 技術教育	* 社会受容性
H14	* 環境知識	* 計算(太陽光発電)	* リスク評価	* 技術発展	
H15	* わが国の環境問題 * 環境改善技術	* 計算(核燃料) * 計算(発電効率)	* リスク関連用語	* 技術と社会	* 「二つの文化」
H16	* 地球環境問題 * 環境容量 * 環境知識	* 発熱エネルギー比較 * エネルギー資源	* PDCA * 信頼性解析手法	* 技術革新	
H17	* 廃棄物・リサイクル * 地球温暖化	* CO2排出量比較	* ブレインストーミング * コスト計画		* 科学技術 コミュニケーション
H18	* 地球温暖化 * 環境知識 * 環境用語		* 品質検査 * 知的財産		

### 【分野の基本対策】

環境・マネジメントの2分野について、広く浅く勉強しておけば、ここから3問選択することで、比較的楽に2点は取れると思います。また、エネルギーについても新エネルギーなど環境絡みのものは出題される可能性が十分あると思われるので、勉強しておくといいでしょう。

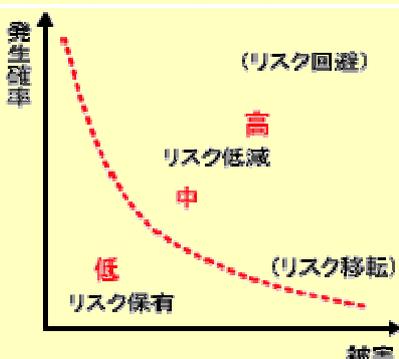
環境では、地球温暖化(特に京都議定書)、生物多様性、酸性雨を主体に、廃棄物処分、燃料消費や焼却処分による排出物などについても勉強しておくことをお勧めします。

環境の基礎知識	
地球温暖化	CO <sub>2</sub> などの温暖化ガス(メタンも含まれる)のため地球規模の気温上昇が発生。これを抑止するためのCO <sub>2</sub> 排出抑制の具体的取り決めが京都議定書。日本は2008～2012年平均で1990年比6%削減約束。これを守るため国内で策定されたのが温暖化対策推進大綱
生物多様性	様々な多様な生物が生態系を形成している状態であり、これを保ってこそ人類も生存していけるという理念のもとに、特定の貴重な生物種のみを保全しようとするのではなく、生物の多様性・生態系をこそ保全しようという考えが主体になっている。 我が国も生物多様性国家戦略を定めている。
酸性雨	自動車などから排出される窒素酸化物・工場などから出る硫黄酸化物が大気中で酸化され酸性ガスとなり、pH5.6以下の強酸性の雨となって地上に降り注ぐ。 日本のみでなく、北米やヨーロッパでも国際的な問題になっている。 日本における酸性雨の原因物質は中国の工業地帯で排出される硫黄酸化物を原料とした亜硫酸ガスによるものが主で、このため日本海側で酸性の度合いが強い。
その他	専門科目・建設環境の資料を参照。 特に今年アスベストがトピック問題として要注意。

エネルギーは、16年度のような問題なら感覚で解けるのですが、計算問題がもう出ないという保障はありません。計算に必要な基礎知識を整理しておきましょう。また、新エネルギー関連も、できれば一通り頭に入れておきましょう。

エネルギーの基礎知識	
エネルギー 関連単位	1W(ワット:仕事率) = 1J/sec 火力発電の熱効率:約 40%
エネルギー 供給	1996 年で石油 55%、石炭 16%、天然ガス 11%、原子力 12%、水力 3%、新エネルギー1%
新エネルギー	太陽光発電・風力発電・燃料電池・地熱発電・バイオマスなど。 最低限の理解は <a href="http://www.fepec.or.jp/supply/index.html">http://www.fepec.or.jp/supply/index.html</a> がお勧め。
バイオマス	太陽エネルギーが植物により変換され、生物体内に蓄えられた有機物を利用する <b>再生可能エネルギー</b> 。木屑、さとうきび搾りかす、汚泥など。
燃料電池	酸化還元反応で化学エネルギーを電気エネルギーに変換。 <b>自動車動力源</b> 等として期待され、一部 <b>実用化</b> されつつある。
コージェネ レーション	発電設備・熱供給設備を併せ持つ。 燃料 熱機関で発電 廃熱を利用して暖房・給湯など。
ヒートポンプ	下水・河川水から熱を取得 暖房等の熱需要をまかなう、 <b>未利用エネルギー</b> 。

マネジメントは、やはりリスクマネジメントを中心に、ISO9001 に代表される品質管理システム、安全・信頼性管理などを勉強しておきましょう。

マネジメントの基礎知識																									
リスク管理	<p>リスク = 被害 × 発生確率 = 何かあったときの影響の大きさ × 何かある確率</p> <table border="1" style="display: inline-table; margin-right: 20px;"> <tr> <td rowspan="3">発生確率</td> <td>高</td> <td>中</td> <td>高</td> <td>高</td> </tr> <tr> <td>中</td> <td>低</td> <td>中</td> <td>高</td> </tr> <tr> <td>低</td> <td>低</td> <td>低</td> <td>中</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>小</td> <td>中</td> <td>大</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td colspan="3">被害 (影響度)</td> </tr> </table> 	発生確率	高	中	高	高	中	低	中	高	低	低	低	中			小	中	大			被害 (影響度)			
	発生確率		高	中	高	高																			
			中	低	中	高																			
低		低	低	中																					
		小	中	大																					
		被害 (影響度)																							
<table border="1" style="display: inline-table; margin-right: 20px;"> <tr> <td rowspan="2">発生確率</td> <td style="background-color: yellow;">C</td> <td style="background-color: red;">A</td> </tr> <tr> <td style="background-color: cyan;">D</td> <td style="background-color: orange;">B</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2">被害規模</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2">(リスクマトリクス)</td> </tr> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>リスク</th> <th>領域</th> <th>領域内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>高</td> <td>A</td> <td>顕在化した場合の被害大・発生確率も大。リスクの低減を要するが、困難な場合は、リスク回避も検討。</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">中</td> <td>B</td> <td>発生確率は低いが被害が大きい。発生確率がある値以下なら、リスク移転・リスク保有も検討。</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>発生確率は高いが被害が小さい。日常経験することが多い。被害規模がある値以下なら、リスク保有も検討。</td> </tr> <tr> <td>低</td> <td>D</td> <td>組織としてそのリスクを許容してもいい。</td> </tr> </tbody> </table>	発生確率	C	A	D	B		被害規模			(リスクマトリクス)		リスク	領域	領域内容	高	A	顕在化した場合の被害大・発生確率も大。リスクの低減を要するが、困難な場合は、リスク回避も検討。	中	B	発生確率は低いが被害が大きい。発生確率がある値以下なら、リスク移転・リスク保有も検討。	C	発生確率は高いが被害が小さい。日常経験することが多い。被害規模がある値以下なら、リスク保有も検討。	低	D	組織としてそのリスクを許容してもいい。
発生確率		C	A																						
	D	B																							
	被害規模																								
	(リスクマトリクス)																								
リスク	領域	領域内容																							
高	A	顕在化した場合の被害大・発生確率も大。リスクの低減を要するが、困難な場合は、リスク回避も検討。																							
中	B	発生確率は低いが被害が大きい。発生確率がある値以下なら、リスク移転・リスク保有も検討。																							
	C	発生確率は高いが被害が小さい。日常経験することが多い。被害規模がある値以下なら、リスク保有も検討。																							
低	D	組織としてそのリスクを許容してもいい。																							
<p>リスクは、何が何でも低減・削減しなければならないものではない。</p> <p>影響は小さいが頻繁に起こる問題(報告書の誤字脱字など)は、よほど頻繁に起こるか影響が大きいかなければ、企業の存在を脅かすほどにはならないので、そのまましておく(リスク保有)ことも可能。</p> <p>逆に発生した時の影響は大きい、その頻度は非常に小さいリスクもあり、極論すれば、巨大隕石の地球衝突などはリスクを保有する以外にない。また、家の火災などは「燃えない家」を作るコストや不便さを考えると、保険をかけておく(リスク移転)ほうが楽。</p> <p>リスクが大きい(影響も頻度も大きい)場合は、たとえば「そんなリスクの大きい商売には手を出すな」というように「リスク回避」を行うこともある。</p> <p>移転も回避もできず(あるいは適当ではなく)、それを保有できない程度に大きいリスクは、たとえばミスを減らすための企業活動を行うなどの<b>リスク低減</b>を行う。</p>																									
品質管理	<p>品質とは<b>顧客要求条件の満足</b>。</p> <p><b>品質計画</b>: 品質目標・品質要求事項を定める活動。</p> <p><b>品質改善</b>: 品質活動やプロセスの有効性を高める活動。</p> <p><b>QC7つ道具</b>: 特性要因図・チェックシート・パレート図・ヒストグラム・散布図・監理図・グラフ</p> <p><b>新QC7つ道具</b>: 関連図法・KJ法・系統図法・マトリクス図法・マトリクスデータ解析法・PDPC法・アローダイヤグラム</p> <p><b>ISO9001</b>: 製品の品質保証・顧客満足の向上を目指すための要求事項を規定した国際規格。</p>																								
システム高信頼化	<p>フォールトアポイダンス: 故障を少なくする。・・・バグ取り</p> <p>フォールトトレランス: 故障しても正常機能を保つ。・・・冗長化、飛行機のエンジン</p> <p>フェールソフト: 故障しても最低限の機能を保つ。・・・Windowsのセーフモード</p> <p>フルブーフ: 人間のミスの影響を抑える。・・・電子レンジの扉</p> <p>フェールセーフと勘違いしやすいので注意! フェールセーフは故障したときなどに危険のないように停止する技術(例: ストップが転倒時に消火)。システム高信頼化とは異なる。</p>																								

## 演習問題（正解・解説つき）

**技術士第一次試験 基礎科目演習問題（設計・計画）**

次の20問について、それぞれ正しい記述であれば○、誤った記述であれば×を解答欄に記入せよ。

1. 製品や種々のシステムの基本的な仕様・規格を国際的に統一することは、国際化時代において重要なことである。現在、この規格統一化は主に ASA (American Standard Association) において進められており、たとえば写真フィルムの規格は ASA100、ASA400 などとして統一され、どの国でフィルムを買っても同じように使えるようになっている。
2. 少子高齢化の中で、高齢者にとって住みよいまちづくりが提唱されているが、今から20年ほど前、すでにロナルド・メイス氏は、高齢者や障害者はもとより、年齢・性別・国籍などに左右されず誰でも快適に利用できる製品・建物・都市などの設計理念を提唱した。この設計理念を「バリアフリー」と呼んでおり、現在広く受け入れられている。
3. 自然物と人工物の根本的な違いの1つに、一般的に設計という行為を経ているかどうかということがある。
4. 設計という行為は、それを実現する製造・施工工程に正確に引き継ぐためにも図面に表しておくべきであるが、これが設計という行為の定義ともなっている。
5. ISO14001 は、企業・団体の生産等の活動に伴う環境に対する負荷を最小限にとどめるための管理システムに関する規格であって、生産品の環境に対する影響を抑えることを主目的としたものではない。
6. たとえ完璧な設計がなされていても、製造工程に問題があれば、不良な製品が市場に出されることが考えられる。このため、製品の最終出荷段階の検査を厳しくすることが最も大切であり、これに比べれば設計内容や製造工程における検査は重要度が低い。
7. 何かの製品を設計しようとするときは、何を作るかははっきりさせておかななくてはならないのは無論、細かな仕様やデザイン等に至るまで事前に明確にし、設計者の感覚的裁量に委ねるようなことのないようにしなければならない。
8. 検査の方法にはいろいろあるが、製品の全てに対して何らかの検査を行う「ロット検査」が最も確実な方法である。
9. 最終成果物が設計仕様を満たしているかどうかは、検査結果を何らかの数値で表すことによつてのみ判定できる。
10. 設計者は、自分が設計した製品が予期しない使われ方をするかもしれないことを認識しておく必要がある。
11. CALS とは、コンピュータ上で図面等を作成し、これを電子媒体に収めて成果物とすることである。
12. 製造物責任法は、その製品の保障期間内であれば、利用者が製造物の欠陥によって傷害をおったり、あるいは品質上の不具合があった場合に、メーカーがこの責任を負うという法律である。
13. 製造物責任法では、たとえ国内販売された製品であっても、海外での使用で不具合が発生した場合には、製造業者の責任を問われる。ただし、この製品が国内限定使用に供するものであることが明記されている場合はこの限りでない。

14. 設計内容や製造工程よりも、設計や製造によって除去することが不可能であるような危険に関しては、製造業者に対して特に対処は求めている。
15. 製品苦情に対しては誠意をもってあたらねばならないが、利用者がどのような使い方をしたのか、あるいは不満足である根拠が正しいのかどうかといったことに関する聞き取りを行うのは、製品に責任を負うべき製造業者としては正しい態度であるとはいえない。
16. 科学技術分野では、さまざまな法律・通達・規準・示方書などがある。これらは公共性の高い製品や構造物の品質を保証するために作られたものであるため、その適用可否も含めて設計者の自己判断が介在することは許されない。
17. 科学技術の進歩した現代社会において、技術者にはより高度な専門技術力が要求されるようになってきた。これに応えるため、技術者は自分の専門分野をより特化させることが必要であり、たとえば設計者が製品販売や製造・施工の現場を熟知することは、互いの専門分野に干渉することにもなるので避けるべきである。
18. 容器包装リサイクル法により、ガラス容器やペットボトル、プラスチック容器等の再商品化が義務付けられたが、その対象は容器包装を生産・販売した容器包装メーカーだけでなく、容器包装を利用した中身メーカーも含まれている。
19. 建設リサイクル法により、すべての建設工事において排出されたコンクリート・木材などの建設廃材について、その分別解体等および再資源化等が義務付けられた。
20. 家電リサイクル法により、テレビを粗大ゴミとして出すことが禁じられたが、受信装置を持たないパソコンディスプレイはテレビではないので粗大ゴミとして処分してもかまわない。

## &lt;正解&gt;

1. ×  
A S Aではなく I S O ( International Standard Organization )。フィルムの A S Aは昔。今は IS0100、IS0400 などになっている。
2. ×  
「バリアフリー」を「ユニバーサルデザイン」とすれば正しい
3.  
人工物および設計の基本的定義である。
4. ×  
前段はそのとおりであるが、必ずしも図面に表さねばならないわけではない。  
たとえば頭の中でデザインして犬小屋を作るなどは図面を要していないが、設計といえる。
5. ×  
マネジメントに徹している IS09000 と異なり、生産品の環境に対する影響を抑えることも目的の1つとなっている。
6. ×  
前段はそのとおりだが、最終段階検査より、むしろ設計・製造工程段階の検査のほうが大切である。  
これは、品質管理国際規格 IS09001 の基本スタンスでもある。
7. ×  
目的の明確化は必要であるが、デザインその他は設計者のセンスに委ねることが多い。  
製造業における設計と、土木設計における設計の感覚の違いで引っかかるかな、と思った問題。
8. ×  
全てに対して行う検査は全数検査。ロット検査は抜き取り検査の俗称。
9. ×  
数値のみとは限らない。
10.  
そのとおり。
11. ×  
これは電子納品のことで、CALS の一部にすぎない。  
CALS は、ライフサイクルにわたる電子データの受け渡し・使いまわしをその眼目としている。
12. ×  
おおむね正しいが、「保障期間内であれば」という限定が間違っている。
13.  
そのとおり。
14. ×  
そのような問題点については、注意書き等で利用者に注意を喚起する必要がある。
15. ×  
利用者の使い方、不満の根拠調査などは、クレーム処理における基本的確認事項である。

16. ×  
そのような考え方をマニュアルエンジニアという。  
規準等適用の可否を判断し、必要であれば科学的根拠に基づき自己判断していくのが技術者  
のあるべき姿である。
17. ×  
製造・施工の現場や市場状況を知ることは、製品の品質向上に資するところ大である。
18.  
そのとおり。中身メーカーも責任の一端を負う。
19. ×  
おおむね正しいが、一定規模以上の建設工事に限定される。
20.  
法律の主旨から言って疑問ものこるが、受像機を持たないディスプレイは粗大ゴミ処分でき  
る。

技術士第一次試験 基礎科目演習問題（情報・論理分野）

次の問題に答えよ。

1. コンピュータにおける情報処理は、最も基本的には回路への通電の有無、すなわち0か1かの2進符号によって行われる。この2進符号の組合せからなる情報量の単位をビットと呼ぶ。1ビットでは0か1かの2つの組合せを表すことができる。また、処理装置が2ビットの情報量を同時に処理できるならば、処理可能な組合せ数は、(0,0)、(0,1)、(1,0)、(1,1)の4つとなる。  
16ビットコンピュータは、16ビットの情報量を一度に処理することができる。また32ビットコンピュータは、32ビットの情報量を一度に処理することができる。  
32ビットコンピュータは、16ビットコンピュータの何倍の2進符号の組合せ数を一度に処理することができるか。

(1) 2      (2) 4      (3) 256      (4) 1024      (5) 65536

2. ある部品の取り付け工程所要時間の標準偏差が15秒のとき、サンプリング調査によって取り付け工程所要時間の平均値をプラスマイナス5秒の範囲で推定するためには、必要なサンプル数はいくつか。95%の信頼度で考えよ。

(1) 16      (2) 25      (3) 36      (4) 49      (5) 64

3. 次の文章の(ア)(イ)(ウ)に入る正しい語句の組合せはどれか。  
サイコロが1個ある。これが正確なサイコロであると仮定すると、50回これを投げて18回以上1の目が出る確率は、

$$P_{18} = {}_n C_r (1/6)^r (5/6)^{n-r} = {}_{50} C_{18} (1/6)^{18} (5/6)^{50-18} = 0.001$$

$$P_{19} = {}_n C_r (1/6)^r (5/6)^{n-r} = {}_{50} C_{19} (1/6)^{19} (5/6)^{50-19} = 0.000$$

$$P_{20} = {}_n C_r (1/6)^r (5/6)^{n-r} = {}_{50} C_{20} (1/6)^{20} (5/6)^{50-20} = 0.000$$

⋮

よって、 $P_{18} + P_{19} + P_{20} + \dots + P_{50} = 0.001$

となり、非常に小さい。従って、もしこのようなことが実際に起こった場合、このサイコロは正確であるという仮定を捨てる。

一方、50回投げて5回1の目が出た場合にはどうであろうか。1の目が出る回数が5回以下である確率は、

$$P_5 = {}_n C_r (1/6)^r (5/6)^{n-r} = {}_{50} C_5 (1/6)^5 (5/6)^{50-5} = 0.075$$

$$P_4 = {}_n C_r (1/6)^r (5/6)^{n-r} = {}_{50} C_4 (1/6)^4 (5/6)^{50-4} = 0.040$$

$$P_3 = {}_n C_r (1/6)^r (5/6)^{n-r} = {}_{50} C_3 (1/6)^3 (5/6)^{50-3} = 0.017$$

⋮

よって、 $P_0 + P_1 + P_2 + \dots + P_5 = 0.381$

となり、5回以下である確率はさほど小さくない。このようなとき、このサイコロは正確であるという仮定は捨てることができない。すなわち、この結果だけからは、サイコロが正確であるかどうかの判断はできない。

このように、ある事象について統計的判断を下す場合に、ある条件（この例の場合は「サイコロが正確に作られている」ということ）が正しいと仮定して推論を進めることがある。この条件を（ア）という。

そして、推論の結果、この（ア）のもとで、ある確率H以下でしか起こらない事象が現実には起こった場合には、この（ア）を捨てることにする。この確率Hを（イ）といい、通常は5%もしくは1%を用いる。なお、（イ）は「危険率」ともいう。

ある母集団について、その分布や平均値・標準偏差などの値について（ア）をたてたとき、母集団からサンプリングした標本の値から、この（ア）が正しいかどうかを判断することを（ウ）という。

	ア	イ	ウ
(1)	推定	有意水準	検証
(2)	仮説	信頼限界	検定
(3)	仮説	有意水準	検証
(4)	推定	信頼限界	検証
(5)	仮説	有意水準	検定

4. インターネットでホームページ等を閲覧するために定められた約束事がいくつかあるが、これに関する次の記述のうち、誤っているものを選び。

- (1) ホームページに使用されるのは、HTML と呼ばれる特殊なテキストデータである。
- (2) 画像や音声などテキストデータ以外のデータは、そのデータ形式に対応した閲覧ソフト等を用いなければ、閲覧することができない。
- (3) オペレーションシステムが Windows であるパソコンで作成したホームページは、マッキントッシュパソコンでも閲覧することができる。
- (4) 画面に表示される情報を増やすためにも、漢字やひらがなは全角、英数字やカタカナは半角文字を使うことが望ましい。
- (5) 文字フォントやサイズなどの情報は、タグ情報と呼ばれるテキストデータで文章中に埋め込まれている。

5. インターネットで電子メールを送る場合、画像データなどをバイナリデータのままで添付することができる。このことに関する次の記述のうち、正しいものを選び。

- (1) 実際にも、バイナリデータのままで送信している。
- (2) 実際には、バイナリデータをメールソフト内部でテキストデータに変換してから送っている。
- (3) 実際にはデータの場所（コンピュータ名やドライブ番号、フォルダ名）およびファイル名のみを送っており、送信先コンピュータが送信元コンピュータからデータを直接読み出している。
- (4) バイナリデータをプロバイダのサーバーコンピュータに送信し、これを送信先コンピュータが閲覧している。
- (5) バイナリデータのままで送るが、送信時間を短縮するために圧縮という作業を行っている。

6. 次のアルゴリズムによって、データ群 A を処理した結果表示される数値はどれか。

**(アルゴリズム)**

変数 M に 1 番目のデータ X ( 1 ) を代入する。

変数 I8 に 1 を代入する。

以下の { } 内の手順を繰り返す。

{

変数 I8 を 1 つ増加させる。

もし第 I8 番目のデータ X ( I8 ) が M より小さければ、M に X ( I8 ) を代入する。

I8 がデータ数 N であれば、繰り返しを終了する。

}

M の値を表示する。

(データ群A)

23, 8, 49, 99, 33, 2, 17, 80, 13

- (1) 2
- (2) 99
- (3) 23
- (4) 36
- (5) 324

7. 次のようなアルゴリズムは、どのようなことを目的としたものか。最も適当と思われるものを選べ。

(アルゴリズム)

データを配列にする。

データ数をNとする。

変数 I8 に 1 を代入する。

以下の [ ] 内の手順を、N - 1 回繰り返す。

[

変数 K8 にデータ配列第 (I8+1) 番目のデータの値を代入する。

変数 J8 に I8 の値を代入する。

以下の { } 内の手順を繰り返す。

{

もし K8 の値がデータ配列第 J8 番目のデータの値以上であれば、「\*」印のステップにジャンプする。

データ配列第 (J8+1) 番目のデータに、データリスト第 J8 番目のデータを代入する。

変数 J8 の値を 1 つ減らす。

もし J8 の値が 1 未満になっておれば、繰り返しを終了する。

}

変数 J8 に 0 を代入する。

\*

データ配列 (J8+1) 番目のデータに K8 を代入する。

変数 I8 を 1 つ増加させる。

]

処理を終了する。

- (1) N個のデータのうち、どのデータが最小値であるかを判別する。
  - (2) N個のデータのうち、どのデータが最大値であるかを判別する。
  - (3) N個のデータを、小さいものから順に並べる。
  - (4) N個のデータを、大きいものから順に並べる。
  - (5) N個のデータの最大公約数を求める。
8. 次のアルゴリズムを使ってデータ群Aを処理した後、数値 50 を入力した結果、表示される数値はどれか。

(アルゴリズム)

変数Mに1番目のデータX(1)を代入する。

変数 I8 に 1 を代入する。

以下の { } 内の手順を繰り返す。

{

変数 I8 を 1 つ増加させる。

もし第 I8 番目のデータ X ( I8 ) が M より大きければ、M に X ( I8 ) を代入する。

I8 がデータ数 N であれば、繰り返しを終了する。

}

数値入力を待ち受ける。

入力された数値を変数 B に代入する。

B / M の値を表示する。

( データ群 A )

23 , 8 , 49 , 200 , 133 , 2 , 17 , 150 , 13

- (1) 25
  - (2) 0.25
  - (3) 0.5
  - (4) 2
  - (5) 200
9. インターネットのイメージとして、最も適当なものは次のうちどれか。
- (1) サーバと呼ばれるコンピュータに、いくつもの端末コンピュータが接続され、データの共有などを行っている状態。
  - (2) 本社のサーバと支店のサーバが、会社専用回線を通じてつながっている状態。
  - (3) 会社内の部課それぞれがサーバを持ち、これらが互いに接続されてデータ交換ができる状態。
  - (4) ホストと呼ばれる 1 台のコンピュータに、電話回線を通じて多くのコンピュータが接続されている状態。
  - (5) 企業・大学・民間接続業者などの多種多様なサーバが互いに接続され、データ交換ができる状態。
10. コンピュータに関する次の記述のうち、誤っているものを選べ。
- (1) UNIX システムにおける X-Windows のように、グラフィックスやアイコンを多用して、マウスなどのポインタを使って視覚的に操作できるようにしたシステムを、GUI という。
  - (2) 画面に表示されているイメージがそのまま印刷されるよう配慮されたシステムを、WYSIWYG という。
  - (3) コンピュータプログラミングに用いる言語としては様々なものがあるが、アセンブリ言語のような高級言語は、よりコンピュータの基本動作に近いいため高速動作が期待できる反面、人間には難解であるという短所がある。
  - (4) アーカイブとは、複数のファイルを 1 つのファイルにまとめる操作であり、アーカイブソフトの多くはファイルサイズを小さくする圧縮機能を併せ持っている。
  - (5) フォントとは文字の形を表すデータ群であり、以前は点の集まりで文字を表現していたが、現在では曲線を使って文字の形を表すアウトラインフォントが多用されている。

## &lt;正解&gt;

1. (5)  
Xビットコンピュータの情報処理量は、 $2^X$ 。よって、16ビットは $2^{16}$ 、32ビットは $2^{32}$ で、その差は $2^{32} \div 2^{16} = 2^{(32-16)} = 2^{16} = 65536$ 。  
 $2^{16} = 65536$  がわからなくても（電卓がなくても）1026 か 65536 かは概算でわかるはず。
2. (3)  
95%信頼度の信頼区間（母平均）は、 $Av \pm 1.96 \cdot \sigma / (n^{1/2})$   $Av \pm 2 \cdot \sigma / (n^{1/2})$  [ただし、Av：標本平均、 $\sigma$ ：標準偏差、n：データ数]  
よって、 $2 \times 15 / (n^{1/2}) = 5$  よって、 $n = (2 \times 15 / 5)^2 = 36$ 。  
 $Av \pm 2 \cdot \sigma / (n^{1/2})$ を知っているかどうかの問題。この式自体は高校数学レベル。
3. (5)  
(ア)……仮説 (イ)……有意水準 (ウ)……検定  
高校数学で習う語句。
4. (4)  
(1)……そのとおり。Hyper Text Markup Langage の略。  
(2)……そのとおり。オーディオデータなどでソフトのダウンロードを必要とすることがよくある。  
(3)……そのとおり。HTMLはそういう機種間、OS間の差を吸収している。  
ただし、そのためにはブラウザ特有機能や機種依存文字の使用を控えるなどの配慮が必要。  
(4)……間違い。半角カタカナ文字（1バイト文字）は化ける可能性が高いので、使わないほうがよい。  
(5)……そのとおり。インターネットエクスプローラなら、「表示」「ソース」とすればHTMLの生データが見られる。  
ここで、< >で囲われた文字がタグ情報。
5. (2)  
H14 基礎科目でも問題になった。エンコード・デコードという手法でテキスト変換している。  
詳細は[こちら](#)
6. (1)  
最小値検索の簡単なアルゴリズムで、構造化 BASIC では次のようなプログラムになる。  

```

M=X(1)
I8=1
do
  I8=I8+1
  if M>X(I8) then M=X(I8)
loop until I8=N
print M

```

データリスト中の最小値は2だから、答えは(1)。
7. (3)  
これは挿入法ソートというアルゴリズム。並び替えているということがわかるかどうかポイント。  
もしJ8番目のデータが大きい数字（K8より大きい）場合、J8番のデータをJ8+1番に代入する、すなわち大きい数字を後ろに送っているの、小さい順に並べようとしていることがわかる。
8. (2)  
アルゴリズムは、データリストの最大値を検索した後、数値入力を待ち受け、その数値を最

大値で除した値を表示するものである。

データリストAの中の最大値は200なので、変数Mには200が入り、これで50を除するから、表示されるのは  $50/200 = 0.25$  となる。

9. (5)

(1)……LAN (Local Area Network)

(2)……WAN (Wide Area Network)……LANが複数つながったもの。専用回線で特定ユーザー用であるところがポイント。

(3)……イントラネット……インターネットの仕組みを社内に展開したもの。

(4)……パソコン通信

(5)……インターネット

10. (3)

(1)……その通り。Graphical User Interfaceの略。逆にMS-DOSのような文字でのインターフェイスをTUIという。

(2)……その通り。What You See Is What You Getの略。ウィズィウィグと読む。

(3)……誤り。高級言語とは、CやFORTRAN、BAISCのように人間に理解しやすくした言語。

(4)……その通り。アーカイブしたファイルを「書庫」とよく呼ぶ。

(5)……その通り。Windowシステムとレーザープリンタの進歩でアウトラインフォントが主流になってきている。

技術士第一次試験 基礎科目演習問題（解析分野） この演習問題は、aoki さんご提供です。

次の 17 問について、それぞれ正しい記述であれば、誤った記述であれば×を回答欄に記入せよ。

1. 差分法は、解析領域を規則正しい格子によって分解し、差分で近似しようとする方法である。
2. 有限要素法は、無限の自由度を持った連続体を有限個の要素に分解し、その挙動を求める方法である。
3. 境界要素法は、境界のみの情報を用いて解析を行う方法である。
4. 境界要素法は、正確に境界条件を指定することが難しいなど精度の問題がある。
5. 差分法で精度を上げる場合には全体の格子のサイズを小さくしなければならず、ある部分のみをより正確に解析を行いたいなどの場合の対応が難しい。
6. 有限要素法は、領域を単純な形状に分割する。ある部分の節点の配置を密にして要素を小さくすることによって部分的な精度の向上を目指すことが容易にできる。
7. 差分法は有限要素法に比して要素に分割するのに大きな手間がかかる。
8. 境界要素法は有限要素法に比して、分割するべき領域の次元が1次元小さくなるため、要素分割に要する手間が少なく、解析に要する計算時間も少なくて済む。
9. 有限要素法は境界が無限遠にあるような場合の解析領域を容易に扱うことができるので、流体力学の問題や電磁波の問題などにおいてよく用いられる。
10. 境界要素法では計算によって直接求めるのは境界での値である。このため、内部の変位や応力を求める構造力学の問題の数値解法においては有限要素法がよく用いられる。
11. 差分法では、任意の形状・大きさのメッシュが使用できるため、複雑な形状をもつ境界の場合でも境界条件の取り扱いが容易である。
12. 直列系システムの稼働率は各構成要素の稼働率の積である。
13. 並列系システムはシステムの構成要素のうち1つ以上が正常に稼働していればシステム全体が稼働する。
14. 並列系システムはシステムの構成要素のうちすべての構成要素に故障が発生したときに全体が停止する。
15. 装置1と装置2の、直列系システムの稼働率 = 装置1の稼働率 × 装置2の稼働率である。
16. 装置1と装置2の、並列系システムの稼働率 = (1 - 装置1の稼働率) × (1 - 装置2の稼働率) である。
17. 並列系システムはシステムの構成要素のうち1つ以上が正常に稼働していればシステム全体が稼働する。

次の値を求めよ。

18. 直線上を運動する点Pの座標  $x$  が時刻  $t$  の関数  $x = 2t^3 - 3t + 7$  のとき、 $t = 3$  の点の速度を求めよ。ただし、速度 =  $dx / dt$  である。

19. 直線上を運動する点Pの座標  $x$  が時刻  $t$  の関数  $x = 3t^3 + 4t^2 - 5$  のとき、 $t = 2$  の点の加速度を求めよ。ただし、加速度  $= d^2x / dt^2$  である。
20.  $y = 3x + xy^2$  のとき、点  $(2, -1)$  での  $dy/dx$  を求めよ。ただし、 $d^2y/dx^2 = ( \quad / x, \quad / y )$  である。

## &lt;正解&gt;

1.

2.

3.

4. ×

差分法のことである。

5.

6.

7. ×

差分法と有限要素法が逆。

8.

9. ×

境界要素法のことである。

10.

11. ×

有限要素法のことである。

12.

13.

14.

15.

16. ×

この式は不稼働率である。稼働率は  $1 - \text{不稼働率}$  であり、並列系システムの稼働率 =  $1 - (1 - \text{装置1の稼働率}) \times (1 - \text{装置2の稼働率})$  である。

17.

18.  $\frac{dx}{dt} = 2 \times 3 \times t^2 - 3$

$$t = 3 \text{ により、} \frac{dx}{dt} = 2 \times 3 \times 3^2 - 3 = 51$$

解答 51

19.  $\frac{dx}{dt} = 3 \times 3 \times t^2 + 4 \times 2 \times t = 9t^2 + 8$

$$\frac{dx^2}{dt^2} = 9 \times 2 \times t = 18t + 8$$

$$t = 2 \text{ により、} \frac{dx^2}{dt^2} = 18 \times 2 + 8 = 36 + 8 = 44$$

解答 44

20.  $\frac{1}{x} = y^2$ 、  $\frac{1}{y} = 3 + 2xy$

$$(2, -1) \text{ により、} \frac{1}{x} = (-1)^2 = 1, \quad \frac{1}{y} = 3 + 2 \times 2 \times (-1)$$

$$= -1$$

解答 (1, -1)

## 技術士第一次試験 基礎科目演習問題（材料・化学・バイオ）

次の20問について、それぞれ正しい記述であれば○、誤った記述であれば×を解答欄に記入せよ。

1. DNA とはデオキシリボ核酸の略名で、ヌクレオチドから成る二重らせん構造を有しているが、このヌクレオチドは、リン酸と塩基の2つの成分で構成されている。
2. DNA の2本の鎖は、アデニン・チミン・グアニン・シトシンの4種類の塩基によって結合しているが、この結合は、アデニンとチミン、あるいはグアニンとシトシンの組合せ（塩基対）になっている。これには例外はないとともに、この構造は生物種に関わりなく同一である。
3. DNA は、ヒストンと呼ばれるタンパク質が集まった塊に規則正しく巻きついたヌクレオソーム構造を形成し、これが集まって染色体を形成している。さらにこの染色体は細胞核の中に格納されている。この染色体は人間の場合44本（22対）あり、うち22本が父親由来、22本が母親由来である。
4. 細胞核分裂が起こる際には、DNA の二重らせんがほどけて1本ずつになり、これに酵素がヌクレオチドを結合させて新しいDNAの鎖を合成する。この酵素をDNAポリメラーゼというが、ヌクレオチドを一方向にしかつなげていくことができない。
5. 細胞核分裂の際には、DNA の二重らせん鎖をいったんほどき、その各々の鎖を鋳型にして、DNAポリメラーゼの作用でもう1本のDNA鎖が作られていくが、これらの過程を転写という。
6. DNA上の遺伝子情報は、RNAにコピーされ、これが細胞核の外に運ばれてタンパク質を作るための遺伝情報となる。RNAはリボ核酸の略名で、mRNA、tRNA、rRNAの3種類のRNAがあるが、このうち遺伝情報を持っているのは伝令RNAと呼ばれるmRNAだけである。
7. 細胞分裂においては、(1)核の中でDNAの遺伝情報をコピーしたRNAが作られ、(2)このRNAが核の外に出てリボソームと結合して遺伝情報通りのタンパク質が作られるという2段階の過程を経るが、過程(1)を「読み取り」、過程(2)を「書き込み」という。
8. RNA（リボ核酸）は、細胞核内でDNAから遺伝情報をコピーした後核外に出て、タンパク質を作る細胞小器官（オルガネラ）であるリボソームに遺伝情報を伝える役目を担っている。DNAとRNAの構造上の違いは、糖がデオキシリボースではなくリボースであること、4種類の塩基のうち1つがチミンではなくウラシルであること、および二重らせんではなく一重らせんであることの3点である。
9. RNA（リボ核酸）は、細胞核内でDNA（デオキシリボ核酸）から遺伝子情報をコピーして作られるが、このときに作用する酵素がRNAポリメラーゼである。RNAには伝令RNA、運搬RNA、リボソームRNAの3種類があるが、RNAポリメラーゼは1種類のみでこれら3種類のRNAを作り分ける。
10. 遺伝情報は、4種類の塩基3個の配列によって決まる。この塩基3個による暗号をコドンと呼ぶが、コドンは $4^3=64$ 通りがある。これに対してタンパク質を構成するアミノ酸は20種類しかないため、コドンの数が多すぎることになる。しかし実際には、アミノ酸の種類を決めるのに有効なコドンは20種類に限られ、後の44種類のコドンはアミノ酸の種類決定に関しては意味をなさないため、問題は起こらない。
11. 細胞分裂には体細胞分裂と減数分裂がある。前者は染色体数の変化しない細胞分裂、後者は染色体数が1/2に減少する細胞分裂である。前者は通常の細胞分裂であり、後者は精子や卵子を作るときのみ細胞分裂である。
12. ウィルスの中には、DNAではなくRNAを遺伝子として使うものがある。

13. 細胞小器官（オルガネラ）の1つにミトコンドリアがあるが、これは酸素呼吸により、細胞がエネルギーとして使うアデノシン二リン酸（ADP）を作り出す役目を担っており、このADPにリン酸がさらに結合してアデノシン三リン酸（ATP）となるときにエネルギーが放出される。なお、ミトコンドリアは元々は独立した生物で、あるとき別の細胞に入り込んで共生したために生じたと考えられている。
14. クローンには、胚細胞クローン（または卵細胞クローン、受精卵クローン）と体細胞クローンの2種類がある。いずれも細胞から取り出した遺伝子を、核を除去した卵細胞に移植して発生させるものであるが、遺伝子をどこから取り出すかが異なっており、胚細胞クローンは受精卵から、体細胞クローンは普通の細胞から遺伝子を取り出す。特に倫理上の問題が指摘されているのは胚細胞クローンである。
15. 体細胞クローン技術の特徴の1つに、老化の進行が遅くなることがあげられる。
16. 胚細胞クローンは、受精後まだ初期段階にある細胞から遺伝子を取り出すため、生まれてくる子供は通常出産と同様、父親と母親の形質を1/2ずつ受け継いでいる。しかし体細胞クローンは、遺伝子を採取した「親」の体細胞の遺伝子情報を受け継ぐため、「親」の形質のみを受け継いで生まれる。
17. 金は叩き延ばすことができ、金箔はほとんど原子レベルまで薄くすることも可能であるとされる。こういった性質は「展性」と呼ばれ、金属材料独特のものである。これは、金属は共有結合によって原子間が強く結びついているため、極度に薄く叩き延ばされても原子間結合が切れないことにより現れる性質である。
18. 材料の破壊は、材料の種類によっていろいろな形態をとることが知られているが、材料中に傷や異物の混入があると、そこで応力が分散されるため、傷や異物混入がない時に比べ、一般に破壊強度は大きくなる。
19. 明治時代以降における日本の経済発展は、金属鉱床の採掘により支えられた面が多分にあるが、鉱山排水中に含まれる金属イオン類による環境影響、特に人体に害をもたらす「鉱毒」には十分に配慮しなければならない。明治期における日本最初の顕著な鉱毒事件として有名な足尾銅毒事件は、銅鉱山の銅を含む排水によるものであり、また大正期や昭和30年～40年代に神通川流域で発生したイタイイタイ病は鉱山排水中のカドミウムが原因であった。
20. プラスチックは種々の考え方による分類があるが、熱的特性面からは熱可塑性樹脂・熱硬化樹脂の2つに分類するのが一般的である。

## &lt;正解&gt;

1. ×  
ヌクレオチドは、糖・リン酸・塩基の3つの成分からなっている。  
なお、この糖をデオキシリボースという。
2.  
そのとおり。「最後の生物種に関わりなく同一」にひっかかりませんでしたか？
3. ×  
前半は正しい。しかし人間の染色体は46本23対で、23本が父親、23本が母親。
4.  
そのとおり。ヌクレオチドを構成する糖は5つの炭素を持っており、これによりヌクレオチドは5'方向と3'方向を持つ左右非対称となっているが、DNAポリメラーゼは5'→3'方向にしかつなげられない。このため、ほどけたDNA二重らせんの1本は5'→3'方向に連続的にヌクレオチドが合成できるが、もう1本は3'→5'方向の合成ができないため、5'→3'方向の合成を短い区間行い、この区間を5'→3'方向に移していくことで断続的な合成を行っている。
5. ×  
複製という。「転写」を「複製」と読み替えれば、その過程は問題文のとおりである。
6.  
そのとおり。tRNA(運搬RNA)はタンパク質合成に必要なアミノ酸を運搬し、rRNA(リボソームRNA)はタンパク質を作る細胞小器官であるリボソームの構成材料となっている。
7. ×  
過程(1)を「転写」、過程(2)を「翻訳」という。
8.  
そのとおり。
9. ×  
リボソームRNAを合成するRNAポリメラーゼ、伝令RNAを合成するRNAポリメラーゼ、運搬RNAを合成するRNAポリメラーゼがある。
10. ×  
コドンが多すぎても問題がないのは、1つのアミノ酸を決定するコドンは複数あるためである。このようなコドンを同義コドンという。
11.  
そのとおり。
12.  
そのとおり。
13. ×  
ADPとATPが逆。ミトコンドリアはATPを作り、ATPのリン酸どうしの結合が切れてADPとなるときにエネルギーが放出される。
14. ×  
クローンの分類はそのとおりだが、倫理上問題があるのは体細胞クローンである。胚細胞クローンは、人工的に三つ子、四つ子を作り出す技術であり、食料の安定供給などの面で有望視される技術である。
15. ×  
体細胞クローンは、老化が早くなる可能性が指摘されている。「羊のドリー」が平均寿命の

半分程度の年齢で、老化症状を発症した末に死んだのは、遺伝子を採取した「親」の年齢分が加算された状態で生まれたからではないかと言われている。また、異常児発生率も大変高いため、人間への適用は論外と言える段階にある。

16. そのとおり。体細胞クローンに必要なのは、遺伝子を提供する「親A」、卵細胞を提供する「親B」、子宮を提供して出産する「親C」の3つの親が必要であるが、遺伝子情報は親Aのもののみを受け継ぐ(卵細胞は核を除去して使うため、親Bの形質は全く受け継がない)。
17. ×  
金属は原子間を自由に飛び回る自由電子があることが大きな特徴である。この自由電子の存在により、金属の光沢が現れるとともに、展性のような性質も現れる。
18. ×  
傷や異物混入箇所に応力集中がおこり、破壊しやすくなる。
19. そのとおり。
20. そのとおり。

## 技術士第一次試験 基礎科目演習問題（技術関連）

次の問題に答えよ。

1. 地球温暖化に関する以下の記述について、正誤の正しい組み合わせはどれか。
- (ア) 地球温暖化は、地球表面から宇宙への熱放出が温暖化ガスにより妨げられて、気温が上昇する現象である。
- (イ) 温暖化ガスは温室効果ガスとも言われる。代表的物質は二酸化炭素であるが、そのほかにメタンやフロンも温暖化ガスに含まれる。
- (ウ) 1997年に第3回気候変動枠組条約締約国会議において、温暖化ガス削減目標が決定された。この会議は京都で開催された。
- (エ) 上記会議において、日本は2008年から2012年までの5年間の平均で、2000年比で6%の削減を約束した。
- (オ) 温暖化ガス削減には様々な方法があるが、
- 高濃度の温暖化ガスを排出する発展途上国の老朽化工場に対して、排出削減技術をもって温暖化ガス排出量を低減する。
  - 目標以上に温暖化ガス排出量削減が可能な国に対して、その取り組みに要する費用を援助する。
- といったことによって削減された分を、自国の温暖化ガス削減達成分に組み入れることが認められている。

	ア	イ	ウ	エ	オ
(1)	○	○	×	○	×
(2)	×	○	○	×	×
(3)	○	×	○	×	○
(4)	×	×	×	○	○
(5)	○	○	○	×	×

2. ダイオキシンに関する次の記述について、正しいものを選び。
- (1) ダイオキシンはプラスチック類の焼却によって発生する。したがって、紙を燃やしてもダイオキシンは発生しない。
- (2) ダイオキシンは脂肪と結びつきやすいため、母乳中に濃縮するという性質を持っている。
- (3) ダイオキシンは強い毒性を持つが、比較的速やかに対外に排出されるという特徴を持つ。
- (4) ダイオキシンは比較的低い温度で生成されるため、家庭での焚き火などはやめ、高温（600 以上）焼却施設で処理すべきである。
- (5) プラスチック類を焼却すると、プラスチックの種類にかかわらずダイオキシンが多く発生する。
3. 生物多様性について、次の中から誤っているものを選び。
- (1) ある地域の生物の保全を考える場合、絶滅の可能性のある生物種に限定して保全措置を講ずることは適当ではない。
- (2) 「絶滅のおそれのある野生動植物の種の国際取引に関する条約」は、通称バーゼル条約と呼ばれている。

- (3) 上記条約では、象牙のような体の一部やクマノイ（クマの胆嚢）の入った漢方薬のような製品も規制対象となっている。
- (4) 人間の活動によって多くの生物が絶滅の危機にさらされているが、地球の歴史の中ではもっと大規模な絶滅もあった。
- (5) 食物連鎖をはじめとする、自然界における生物の相互関係を熟知することは、生物多様性を保全する上で重要なことである。
4. 環境問題に関する次の記述の中で、正しいものを選び。
- (1) 酸性雨は、自動車や工場から排出される窒素酸化物や硫黄酸化物が、化学変化により酸化ガスとなり、強酸性の雨となって地上に降り注ぐものである。日本においては、交通量が多く工場も集中している太平洋側で酸性の度合いが強くなっている。
- (2) 「持続可能な開発」(Sustainable Development) とは、環境に配慮しつつ開発を進めることをうたっているが、対象として貧困撲滅、グローバリゼーション、健康、水資源管理、防災などの社会問題も含んでいる。
- (3) 化石燃料を燃やすと、含まれている炭素量に応じた二酸化炭素が排出される。燃料中の炭素の割合は、天然ガス > 石油 > 石炭であるから、化石燃料の中でも石炭の利用を促進することは、地球温暖化対策の一助ともなる。
- (4) 日本の全火力発電所平均熱効率は約 40% で、残り約 60% は排気中の水蒸気や温排水のような排熱として捨てられる。この排熱を有効利用する技術として注目されているのがコージェネレーションで、火力発電の余熱から蒸気や熱水を作って冷暖房や給湯に回すというもので、発電所近隣地域における地域冷暖房や大病院、工場などで普及しつつある。これによって、電気と熱供給を合わせて 60% 近い熱効率の達成が可能とされている。
- (5) 「アジェンダ 21」とは、2002 年にヨハネスブルグで開かれた地球サミットで採択された行動計画で、「持続可能な開発」をうたっている。
5. いわゆる新エネルギーに関する以下の記述について、誤っているものを選び。
- (1) 太陽光発電は、光を受けると電気を発生する太陽電池(光電池)を利用した発電方式で、枯渇の心配がない・発電時に CO2 などを出さないといったメリットがある反面、エネルギー密度が低く、火力・原子力発電と同等の電力量を得ようとすると広大な面積が必要であること、雨・曇りの日や夜間は発電できないこと、コストが高いことなどがデメリットである。
- (2) 風力発電は、風車を回す力で発電機を回して発電する方式で、風のエネルギー密度が小さいことやエネルギー変動の大きいこと、日本においては風力発電に適した場所の気象条件が厳しく、耐久性や信頼性などが課題になっている。
- (3) 燃料電池は、天然ガス、ナフサなどの燃料ガスを分解して水素を製造し、これを空気中の酸素と化学反応させて電気を発生させるものである。クリーン発電で発電効率も高く、都市部のビル内に設置してコストや送配電ロスを抑えることができるという特徴を持つ。まだ実験段階であるが、実用化のためには、コスト低減、信頼性の向上、長寿命化などが課題となっている。
- (4) 地熱発電は、地下からの蒸気でタービンを回して発電する方式で、燃料費がいらないう

稼働率が高く、安価で安定したエネルギー源といえ、すでに商用化されている。問題は、大容量の発電所ができにくいこと、設置場所が火山帯に限られること、適地調査に多額の費用と長い期間がかかるという点である。

(5) 一般的なエネルギー変換効率は、地域によるばらつきはあるものの、風力発電が太陽光発電を上回る。

6. 太陽に直面する受光面を持った太陽電池システムは、1平方メートルあたりおおむね  $4 \times 10^9 \text{Jy}^{-1}$  の太陽エネルギーを受け取ることができる。  
一方、代表的な化石燃料である石油は、1トンあたりおおむね  $4 \times 10^{10} \text{J}$  の発熱量を持っており、日本は年間約2億トン消費している。  
いま、年間石油消費量の0.1%を節約すべく、これを発電効率を10%の太陽電池システムで代替するとすれば、受光面積  $40 \text{m}^2$  の太陽電池システムをおよそ何基作ればよいか。もっとも適当と思われるものを選べ。

- (1) 1万基
- (2) 2万基
- (3) 10万基
- (4) 20万基
- (5) 50万基

7. 電磁波に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

(1) 人間の目に見える電磁波は「可視光」と呼ばれ、波長の違いが色の違いとして認識される。可視光の中でも波長の短いものは紫色に、波長の長いものは赤色に見える。波長の短い光は大きく屈折し、波長の長い光はあまり屈折しないので、大気中に水蒸気が多量に存在するときには大気がプリズム効果を果たし、虹が現れる。

(2) 夕焼けが赤く見えるのは、波長の短い紫～青色の可視光は屈折角が大きいため散乱してしまい、波長が長く屈折しにくい赤色の光が選択的に届くためである。

(3) 可視光の全波長域の電磁波が同じように放射されている場合、それぞれの波長の光が相互に打ち消しあうので、人間の目には黒色に見える。

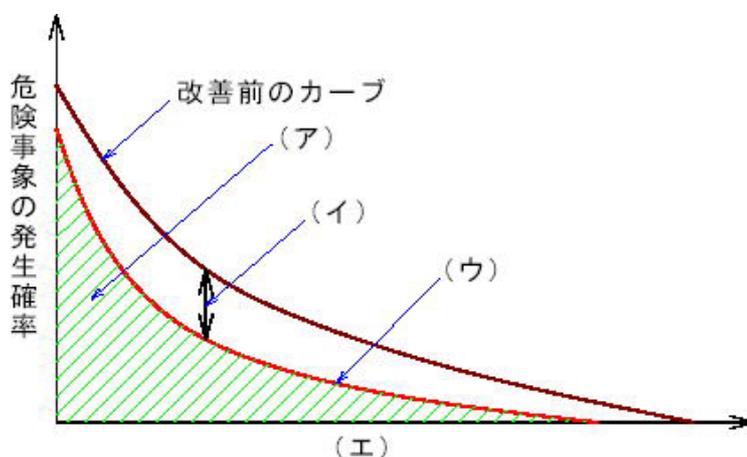
(4) 可視光よりやや波長の短い電磁波は紫外線と呼ばれ、殺菌効果があることが知られている。紫外線は成層圏中にあるオゾン ( $\text{O}_3$ ) 層でその90%ほどが吸収されている。しかしオゾンはフロンガスなどに含まれる塩素ガスによって破壊される。オゾン層が破壊されると紫外線が多量に地表に到達し、ガンが増加などの問題が多発することが懸念されている。

(5) 可視光よりやや波長の長い電磁波は赤外線と呼ばれる。赤外線は熱線とも呼ばれ、熱的作用が強いのが特徴である。この赤外線の中で比較的波長の長い3～100ミクロンのものは遠赤外線と呼ばれている。天然石の多くはセラミックを含むが、これを加熱すると遠赤外線を放射する。この性質を利用したものの代表例が「石焼きイモ」である。

8. 装置やシステムの故障に関する特性には次のようなものがあるが、この中から誤っているものを選べ。

(1) フェール・セーフ (fail safe) とは、部品やシステムなどの故障が確実に安全側のものとなること、すなわち異常や故障を生じた装置を安全な方向に停止させる機能である。

- (2) フォールト・トレラント (fault tolerant) とは、故障や誤動作が発生しても機能が正しく維持されること、すなわち耐故障性である。これは、大抵は構成要素の多重化 (冗長化) によって実現される。
- (3) フェール・ソフト (fail soft) とは、故障が発生した際に、機能を完全に喪失するのではなく、可能な範囲で機能が維持されるようにすることである。
- (4) フォールト・アボイダンス (fault avoidance) とは、故障の可能性が十分に低いこと、すなわち高信頼性である。この特性は、グレースフル・デグラデーション (graceful degradation) と呼ばれることもある。
- (5) フール・プルーフ (fool proof) とは、人間が「いたずら」をしても危険を生じないことで、たとえば小さい子供には開けにくいように工夫した薬瓶などである。
9. 経営活動・生産活動においては、リスクマネジメント (リスク管理) の手法が用いられる。リスクマネジメントに関する次の記述のうち、正しいものはどれか。
- (1) 影響度・生起確率ともに大きい危険事象については、そのリスクを低減する他に、保険等によるリスク移転という対応も考えられる。
- (2) 生起確率が大きい危険事象は、リスク低減、あるいは当該分野からの撤退などによるリスク回避の、いずれかの対策をとる必要がある。
- (3) リスクマネジメントは組織やプロジェクトにおけるリスクのうち、確実なもの・顕在化したものを対象に行うものである。
- (4) リスクマネジメントを行うにあたっては、リスクを特定する作業に先立って、リスク対応の基本方針を策定しておく必要がある。
- (5) リスク分析とリスク評価、そしてリスク対策までをまとめて「リスクアセスメント」と呼ぶ。
10. 図のようなリスクカーブにおいて、(ア)～(エ)に入る言葉の組合せとして最も適切と思われるものを選び。



	ア	イ	ウ	エ
(1)	危険事象による	改善効果	改善後の	想定被害額

	合計被害金額		カーブ	
(2)	改善効果 合計金額	減少見込 被害額	改善後の カーブ	危険事象による 合計被害金額
(3)	危険事象による 合計被害金額	減少見込 被害額	改善後の カーブ	想定被害額
(4)	危険事象による 合計被害金額	改善効果	減少見込 被害額	危険事象による 合計被害金額
(5)	改善効果 合計金額	減少見込 被害額	改善後の カーブ	想定被害額

## &lt; 正解 &gt;

## 1. (5)

- (ア)○ そのとおり。
- (イ)○ そのとおり。フロンはオゾン層破壊だけでなく、温暖化ガスでもある。
- (ウ)○ そのとおり。この時の取り決めは、「京都議定書」と呼ばれている。
- (エ)× 2000年比ではなく1990年比。

1997年の会議で2000年比で目標をたてるわけありませんね。

- (オ)× そのような提案をアメリカや日本がしているのは確かだが、EUなどが反対し、まとまっていない。

特に世界最大の二酸化炭素排出国であるアメリカは、京都議定書に調印していません。こと地球温暖化に関しては、アメリカは世界最大の「ならず者国家」です。

## 2. (2)

- (1)× 紙には漂白のため塩素が使われている。ダイオキシンは有機塩素化合物の焼却で発生するため、紙からも発生する。

- (2)○ そのとおり。

脂肪分の少ない魚介類(エビ・タコ・イカ・貝類)にはあまり含まれません。濃度が高くなりやすいのは、サバ、イワシ、アジ、ハマチなどの近海魚です。

妊娠中に胎児が高濃度ダイオキシン汚染され、奇形やアトピー発生率が高くなったりすると言われています。

母乳中のダイオキシン濃度は牛乳の数十倍に達するという報告もあります。

- (3)× なかなか体外に排出されず、体内に蓄積されるのが特徴。

ゴミ焼却灰などから溶出したダイオキシンが河川水から海水に入り、プランクトンから魚類といった食物連鎖の過程で徐々に蓄積され高濃度になる。

最後はこれを人間が摂取するという過程をたどる。人間の体内に入るダイオキシンの95%は食物から、そしてその60%が魚類からであるとされている。

- (4)× ダイオキシンの発生を抑えるためには、焼却温度を850以上にしなければならない。

ダイオキシンの生成温度は300~600と言われており、野焼きはちょうどダイオキシンの生成されやすい温度になるため、今では全面禁止されています。

従来の焼却施設は850まで温度が上がりません。従って、「燃えるゴミ」が何度で焼却されるのかを熟知した上でゴミを分別することが望ましいといえます。

野焼きの焼却灰中にはダイオキシンが高濃度で生成しており、これが雨で流され、川から海に流入することが魚介類へのダイオキシン蓄積の大きな原因となります。

- (5)× ダイオキシンは塩素が含まれていないと生成されない。従って、塩化ビニルからは大量のダイオキシンが発生する。

家庭からゴミとして出やすいダイオキシン原因物質はポリ塩化ビニルやポリ塩化ビニリデンなどです。

ラップ類(ポリ塩化ビニリデン)やトレー等の容器類(ポリ塩化ビニル)などは特にダイオキシンが大量に出ます。毛布や靴下もポリ塩化ビニルを原料としているものがあります。

## 3. (2)

- (1)○ 特定の生物種のみを保全するのではなく、生態系全体(生物の多様性)を保全すべきである。

- (2)× バーゼル条約は廃棄物の越境を規制する条約。正しくはワシントン条約。

- (3)○ そのとおり。

- (4)○ そのとおり。たとえば古生代と中生代の境にあった「大絶滅」では地球上の生物の1/3が絶滅したと言われている。

- (5)○ そのとおり。

## 4. (2)

- (1)× 中国の工業地帯から大量に排出される工場排煙を原因とする亜硫酸ガスが酸性雨の主要原因であり、日本海側で酸性の度合いが強い。

- (2)○ そのとおり。ヨハネスブルグ・サミット ([こちら](#))でも貧困問題は克服しなければならない重要問題として位置づけられている。
- (3)× 含有炭素の順が逆である。石炭 > 石油 > 天然ガスで、石炭は二酸化炭素排出量が最も多く、地球温暖化対策としては好ましくない。
- (4)× 火力発電所の熱効率は、コジェネにより 75 ~ 80%まで高めることが可能とされている。  
**火力発電の熱効率が約 40%であることは覚えておいたほうが良いでしょう。**  
**家庭で 1000 ワットのドライヤーを使うと、そのドライヤーのために 2500 ワット分強に相当する燃料が焚かれ、1500 ワット強の排熱が出ているという関係になります。**
- (5)× アジェンダ 21 は「リオ宣言」とも呼ばれ、1992 年にリオデジャネイロで開かれた地球サミットで採択された。
5. **(3)**
- (1)○ そのとおり。
- (2)○ そのとおり。
- (3)× 実験段階ではなく、リン酸型燃料電池はすでに一部実用化されている。その他の記述はそのとおり。
- (4)○ そのとおり。
- (5)○ 一般的なエネルギー変換効率は、太陽光発電で約 10%、風力発電で約 30%である。
6. **(4)**
- $4 \times 10^9 \text{ J/y/m}^2$  の太陽エネルギーの 10%なので、 $4 \times 10^8 \text{ J/y/m}^2$ 。  
 石油 1 t あたり  $4 \times 10^{10} \text{ J/t}$  だが、火力発電の熱効率は約 40%なので、 $4 \times 10^{10} \text{ J/t} \times 0.4 = 1.6 \times 10^{10} \text{ J/t}$ 。  
 $2 \times 10^8 \text{ t}$  の 0.1%なので、 $2 \times 10^5 \text{ t}$ 。よって、エネルギーは  $1.6 \times 10^{10} \text{ J/t} \times 2 \times 10^5 \text{ t} = 3.2 \times 10^{15} \text{ J}$ 。  
 よって、 $3.2 \times 10^{15} \text{ J} \div 4 \times 10^8 \text{ J/y/m}^2 = 8 \times 10^6 \text{ y/m}^2$ 、 $8 \times 10^6 \div 40 = 2 \times 10^5 = 20$  万基。  
**「火力発電の熱効率は約 40%」ということを知っていないと、(5)になってしまいます。意地悪問題かもしれませんが、過去問題も同様のワナがありました。**
7. **(3)**
- (1)○ このような性質のため、虹は基本的に光源（太陽）を背にして現れる。まれにその反対側にも薄く現れるが、これは反射によるものである。
- (2)○ 同様に、空が青いのは短波長光が散乱されるためである。
- (3)× それぞれの光が重なって白く見える。光の三原色と同じ。
- (4)○ そのとおり。
- (5)○ そのとおり。
8. **(5)**
- 説明文は、フル・ブルーフではなく、タンパー・ブルーフ (tamper proof) またはタンパー・レジスタントと呼ばれるもののことである。  
 フール・ブルーフは、人間が誤って不適切な操作を行っても危険を生じない、あるいは正常な動作を妨害されないことであり、安全インタロックのような機能のことである。
9. **(4)**
- (1)× リスク移転が適用できうるのは、影響度は大きいが生起確率が小さい危険事象についてである。
- (2)× 生起確率が大きくても影響度が小さい危険事象であれば、リスクを保有できる可能性がある。  
**生起確率は大きいが生起度の小さいリスクとは、たとえば報告書・設計書の細かな誤字脱字などが該当します。**
- (3)× 不確定な潜在リスクを対象に行うものである。
- (4)○ そのとおり。基本方針策定 → リスクの特定 → リスクアセスメント (リスク分析・リスク評価) → リスク対策と進む。
- (5)× リスクアセスメントにはリスク対策は含まない。

10. (1)

# 模 擬 試 験

次の問題群から各分野 3 問ずつ、計 15 問を選択して問いに答えよ。

(設計・計画分野)

1. 幼児が積み木遊びを始めようとしている。これについて議論した以下の意見の中で、最も適当と思われる意見はどれか。
  - (1) 幼児は図面を用いずに何かを作ろうとしている。したがって、この積み木遊びに「設計」は存在しない。
  - (2) 幼児は何を作るかという目的を持たず、無目的に積み木遊びをしようとしているのかもしれない。そうであれば「設計」は存在しない。
  - (3) 幼児はまだ論理的思考能力がほとんど発達していない。したがって幼児の行動の中には「設計」は存在し得ない。
  - (4) 幼児は思ったようなものができるまで試行錯誤を繰り返して、計画性がない。したがってそこには「設計」は存在しない。
  - (5) 幼児は完成した積み木の安定性などに何ら責任を持たないのであれば、そこには「設計」は存在しない。
  
2. 次の記述について、正しいもの・誤っているものの組み合わせはどれか。
  - (A) 少子高齢化の中で、高齢者にとって住みよいまちづくりが提唱されているが、今から 20 年ほど前、すでにロナルド・メイス氏は、高齢者や障害者はもとより、年齢・性別・国籍などに左右されず誰でも快適に利用できる製品・建物・都市などの設計理念である「ユニバーサルデザイン」を提唱した。
  - (B) IT 技術の発達により、CALS と呼ばれるシステムが活用されるようになった。これは、コンピュータ上で図面等を作成し、これを電子媒体に収めて成果物とするためのシステムである。
  - (C) 建設リサイクル法により、建設工事において排出されたコンクリート・木材などの建設廃材について、その分別解体等および再資源化等が義務付けられたが、すべての建設工事がその対象となるわけではない。

(1) × × ×      (2) × ×      (3) ×      (4) ×      (5) × ×

3. 製品の設計・製造工程における検査は、製品の品質維持に必要不可欠なものであるが、検査にはさまざまなコストがかかる。  
ある人工物の検査コストを見積もったところ、平均して検査1回あたり200万円であった。一方、検査回数を減らした場合、 $1/(1+X)$ の確率でこの人工物が欠陥により破壊し、その時の損害額は5000万円と見積もられた。  
トータルコストを最適化するには、何回の検査を行うのがよいか。

(1) 1回      (2) 2回      (3) 3回      (4) 4回      (5) 5回

4. 製造物責任法に関する以下の記述の中で、誤っているものを選び。

(1) 利用者が製造物の欠陥によって傷害をおったり、あるいは安全に関わるような品質上の不具合があった場合に、メーカーがこの責任を負わねばならない。

(2) 製造物責任法において、消費者がメーカーの責任を問おうとする時、製品に欠陥が存在し、それによって損害をこうむったこと、さらにその欠陥の原因がメーカーにあることの3点についてのみ証明すればよいこととされている。

(3) この法律の対象となる製品には、未加工農林畜水産物や電気、ソフトウェアといったものは該当しない。

(4) 製品の欠陥によって、人の生命・身体に被害をもたらした時だけでなく、その製品以外の財産が損害をこうむった時もこの法律の適用対象となる。

(5) この法律は、国内販売された製品を海外で使用して不具合が発生した場合にも適用される。ただし、この製品が国内限定使用に供するものであることが明記されている場合はこの限りでない。

5. ある設計会社は、図1のようにA～Eの4段階の作業を、流れ作業システムにして設計を行っている。

各作業は、次工程に送る前に検査を行い、ミスがあれば次段階には送らないシステムになっており、そこでミスが発見される可能性は下表の通りである。ちなみにシステムの信頼性(ミスが1回も発生せず設計を終える可能性)は83%である。

いま、システムの信頼性を上げるため、ミスの多い作業Bを2つのグループで平行して行うこととし、図2のようなシステムに変えた。

各作業における検査でミスを見逃す確率はゼロであると仮定すると、システムの信頼性はどれだけ高くなったか。

改善された信頼性 - 改善前の信頼性として最も近いものを選べ。

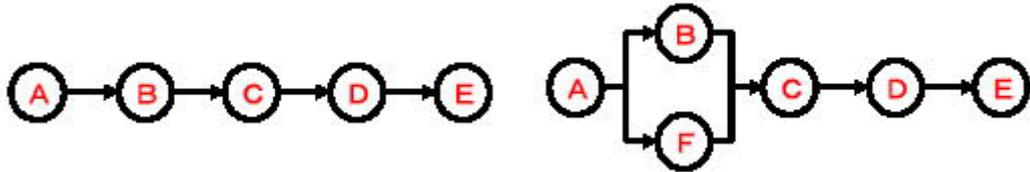


図 - 1

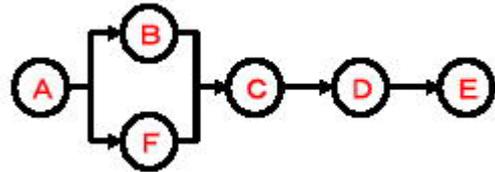


図 - 2

作業	A	B	C	D	E
ミス発生数	2	10	3	2	1

ミス発生数は、作業 100 件中で、ミスが発見された作業の数

- (1) 2%      (2) 4%      (3) 5%      (4) 6%      (5) 8%



3. 野球ファン 100 人にアンケートを取ったところ、次のような結果が出た。

球団 A のファン……30 人  
 球団 B のファン……20 人  
 球団 C のファン……15 人  
 A・B 両球団のファン……5 人  
 A・C 両球団のファン……4 人  
 B・C 両球団のファン……3 人  
 A・B・C 三球団のファン……1 人

A・B・C いずれの球団のファンでもないのは何人か。

- (1) 35 人            (2) 45 人            (3) 46 人            (4) 47 人            (5) 48 人
4. 16 進数は、0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F の 16 個の数値を表す文字を組み合わせて表記される。  
 ここで、A は 10 進数の 10、B は同じく 11、C は同じく 12、D は同じく 13、E は同じく 14、F は同じく 15 に相当する。  
 16 進数の 1F を 2 進数で表記したものは次の中のどれか。
- (1) 15            (2) 31            (3) 111            (4) 1111            (5) 11111
5. ネットワークに関する次の記述のうち、もっとも不適当と判断されるものを選び。

(1) LAN は Local Area Network の略で、サーバと呼ばれるコンピュータを中心に各端末が接続され、サーバを介して端末同士のデータのやり取りが可能になっているネットワークシステムをいう。また、WAN は Wide Area Network の略で、複数の LAN が専用回線でつながったシステムをいう。

(2) インターネットは、複数の LAN、WAN などのシステムが相互に接続されたシステムで、LAN の場合のサーバのような中心を持たない。また、インターネットの手法で組んだ社内ネットワークをイントラネットという。

(3) インターネットにおいて一般的に使用される言語を HTML という。これは、文字データに加え、書式・文字以外のデータのファイル所在などのデータを表したタグと呼ばれるデータを含んだもので、バイナリ形式ファイルである。

(4) 電子メールではバイナリデータを添付ファイルとして送ることができるが、実際にはすべてのデータは 7 ビット ASCII コード (文字データ) に変換されて送られている。

(5) ネットワークに接続して使用しているコンピュータがウィルスに感染したと判断されるときは、まず最初にネットワークから切り離す処置をとるべきである。

## (解析分野)

1. 3次元空間座標において、関数  $(x, y, z) = 2x^2 + 2xy^2 + yz^2$  であるとき、点  $(0, 1, -1)$  での  $\nabla f$  として正しいものを選び。ただし、 $\nabla f = (\frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y}, \frac{\partial f}{\partial z})$  である。
- (1)  $(2, 1, 2)$                       (2)  $(2, 1, -2)$                       (3)  $(-2, 1, 2)$   
 (4)  $-2$                                       (5)  $0$
2. 同じ材質の板A (厚さ 10mm) と板B (厚さ 5 mm) が密着して重ねあわされている。定常状態での密着面の温度が  $30^\circ\text{C}$ 、板Aの表面温度が  $10^\circ\text{C}$  である時、板Bの表面温度はいくらか。
- (1) 40                      (2) 45                      (3) 50                      (4) 55                      (5) 60
3. 各種解析手法に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか選べ。
- (1) 差分法は、解析領域を規則正しい格子によって分解し、差分で近似しようとする方法であるが、正確に境界条件を指定することが難しいなど精度の問題がある。
- (2) 有限要素法は、領域を単純な形状に分割し、無限の自由度を持った連続体を有限個の要素に分解し、その挙動を求める方法である。部分的に精度を上げたい場合でも、その部分の節点の配置を密にして要素を小さくすることによって対応することが容易にできる反面で、差分法に比して要素に分割するのに大きな手間がかかる。
- (3) 境界要素法は、境界のみの情報を用いて解析を行う方法で、有限要素法より領域の次元が1次元大きくなるため、要素分割に要する手間が多く、解析計算時間がかかるという問題点がある。
- (4) 境界要素法は、境界が無限遠にあるような場合の解析領域を容易に扱うことができるので、流体力学の問題や電磁波の問題などにおいてよく用いられる。
- (5) 境界要素法は境界での値を求めるが、内部の変位や応力を求める数値解法においては有限要素法がよく用いられる。

4. 宇宙空間に浮かんでいる重さ 4.5 トンの人工衛星を移動させるための宇宙船外作業を行う。牽引するための器具類・フック・ワイヤー等の総重量が 300kg、作業に従事する宇宙飛行士の重さが、宇宙服など装備一式を含めて 100kg である。推進装置は宇宙飛行士の装備している宇宙服に固定されており、宇宙飛行士だけが移動する場合、 $0.1g$  ( $g$  は重力加速度) の加速度を得ることができる。ただし、文中の「重さ」、「重量」はいずれも地球上におけるものである。この装備で人工衛星を牽引するにあたり、推進装置を 10 秒間作動させた場合、宇宙船はどれだけの速度で移動するか。

- (1) 0.1m毎秒            (2) 0.2m毎秒            (3) 0.3m毎秒            (4) 0.4m毎秒  
(5) 0.5m毎秒
5. 重さ 10kg の石と重さ 1 kg の木片を、同じ高さから同時に落としたりしたところ、石が先に地面に到達した。このことについて議論した以下の意見の中で、最も不相当と思われる意見はどれか。
- (1) 落下速度は重さに比例するので、空気の抵抗を差し引いて考えても、実験結果は当然である。
- (2) 石と木片の形状の違いが、落下速度に影響した可能性がある。
- (3) 石と木片の密度の違いが、落下速度に影響した可能性がある。
- (4) 真空中で同じ実験をした場合、今回と異なる結果になる。
- (5) 空気の抵抗を考えると、同じ重さでも体積が大きい物体は落下速度が遅くなることが考えられる。

## (材料・化学・バイオ分野)

- 材料に関する次の記述の中で、正しいものを選び。
  - ぜい性は材料のもろさの指標で、ぜい性度が高い物質は、大きく変形した後に破壊する。
  - 展性は力を与え続けると変形が元に戻らなくなる性質のことで、プラスチックはこの性質ゆえにいろいろな加工に向いている。
  - 金属が不透明で表面に光沢があるのは、原子がすき間なく密に配列しているためである。
  - 鉄鋼は他の金属材料を圧倒するほど大量に生産されているが、世界生産量で見ると、セメントは鉄鋼以上に生産されている。
  - 鉄鋼材料の中で最も炭素含有量の多い炭素鋼は、特に硬度が高い。
- 次の文章の(ア)～(エ)に入る適切な文字を正しく組み合わせたものはどれか。

一般的にプラスチックは(ア)と(イ)の2つに分類される。さらに(ア)は、耐熱性により、汎用樹脂、(ウ)、スーパーエンジニアリング樹脂の3つに細分されるとともに、高分子鎖の(エ)の度合いにより、結晶樹脂と非結晶樹脂の2種類に分けられる。

	ア	イ	ウ	エ
(1)	熱可塑性樹脂	熱硬化性樹脂	汎用エンジニアリング樹脂	配列耐熱性
(2)	汎用エンジニアリング樹脂	熱硬化性樹脂	汎用エンジニアリング樹脂	配行耐熱性
(3)	熱可塑性樹脂	耐熱性樹脂	エンジニアリング樹脂	配列耐熱性
(4)	汎用エンジニアリング樹脂	耐熱性樹脂	エンジニアリング樹脂	配列耐熱性
(5)	熱可塑性樹脂	熱硬化性樹脂	汎用エンジニアリング樹脂	配行耐熱性

- 炭素原子、水素原子、酸素原子からなる物質Aを15gとり、酸素を通じながら完全燃焼させた。生成した水を塩化カルシウムに、また二酸化炭素をソーダ石灰に吸収させて質量を測定したところ、水は9g、二酸化炭素は22gであった。この物質Aの分子式は次のどれか。なお、各原子・物質1モルの質量は、炭素12g、水素1g、酸素16g、物質A60gである。
  - $\text{CH}_2\text{O}$
  - $\text{CH}_2\text{COOH}$
  - $\text{HCO}_3$
  - $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$
  - $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_4$

4. DNAに関する以下の記述の中で、正しいものを選び。

(1) DNAは、デオキシリボースとリン酸、塩基の組み合わせによるヌクレオチドが結合し、二重らせん構造を形成している。DNAの2本の鎖は、アデニン、ウラシル、グアニン、シトシンの4種類の塩基によって結合している。

(2) デオキシリボ核酸(DNA)とリボ核酸(RNA)の違いは、糖の種類(DNAではデオキシリボースであるが、RNAではリボースである)と、らせん構造(DNAは二重らせん、RNAは一重らせん)の2点である。

(3) 細胞分裂過程では、細胞核中のDNAからタンパク質を作るリボソームへ遺伝子情報が伝達されるが、この役割を担っているのがRNAである。RNAには役割の異なる3種類のRNAがあるが、遺伝情報伝達をつかさどるのはリボソームRNAである。

(4) DNAの塩基3つによりアミノ酸の種類と並び方が暗号化され、タンパク質の性質や構造が決定されるが、この塩基3つによる暗号をコドンと呼ぶ。コドンは64種類あり、これに対してアミノ酸は20種類あるが、1個のアミノ酸を決定付けるコドンが複数あるので問題はない。

(5) 細胞の中には、核の他にさまざまな細胞小器官がある。リボソームはタンパク質の製造を受け持っている。またゴルジ体は酸素呼吸により生命活動に必要なエネルギーを作っている。

5. 遺伝子医療に関する以下の記述の中で、誤っているものを選び。

(1) ヒト遺伝子を研究するにあたり、DNA上にまばらに分布する遺伝子を個々に探し出すのではなく、最初に全遺伝情報(全塩基配列)を解読してしまっ、それを元に遺伝子を探索していく研究手法が「ヒトゲノム(人間の全遺伝情報)の解読」である。これを非営利国際共同研究として行い、遺伝情報を公表することを目的としたプロジェクトが「ヒトゲノム計画」である。

(2) 遺伝子工学の医療への応用の1つとして「テーラーメイド(オーダーメイド)医療」がある。これは、患者の遺伝子を調べて、体質にあった薬や治療法を選ぶ手法で、投与方法・量の最適化、有効性・安全性の予測、不必要な患者に投与しなくなることによる薬剤費用の抑制などの効果が期待されている。

(3) ヒトの遺伝子解読が進んだ結果、いくつかの病気については、遺伝子診断によって発症以前に罹患の危険性を予知できるようになった。しかし、遺伝子診断結果が流出した場合に、雇用や保険の面での差別が起こる「遺伝子差別」が懸念されており、日本では2000年に科学技術会議が遺伝差別の禁止を求める報告書を提出している。

(4) 遺伝子診断を受精卵や胎児に対して行う「出生前診断」は、先天性疾患の発見による中絶、さらには好みの遺伝子を持った受精卵の選別、優生政策といった、倫理的な問題を数多くはらんでいる。現在、アメリカでは重い遺伝病の保因者の受精卵に限り受精卵診断が行われているが、日本ではまだ受精卵診断は承認されていない。

(5) ガンや動脈硬化症などは、遺伝子異常のためにタンパク質の構造に変異が生じたり、必要量より過剰ないし過小にタンパク質が産生されることによって増悪する。したがって、不足するタンパク質を補充したり、変異したり過剰になったタンパク質に結合してその機能を阻害する化学物質を投与することが治療法となる。このように遺伝情報に基づいて治療薬を開発する手法は、しばしば「ゲノム創薬」と呼ばれる。

6. クローンに関する次の文章の（ア）～（エ）に入る適切な文字を正しく組み合わせたものはどれか。

クローンには、受精卵からDNAを取り出して、別に用意しておいたDNAを除いた不活性卵に移植する、卵細胞（胚細胞）クローンと、体細胞からDNAを取り出して不活性卵に移植する体細胞クローンがある。

生まれた子供と「母親」の遺伝的性質は、（ア）では50%（残り50%は「父親」から）であるが、（イ）ではまったく同じになる。1999年、クローン牛の肉が食卓に上っていることが問題になったが、これは（ウ）である。また、2003年に死亡した「羊のドリー」は世界初の（エ）哺乳類として話題になった。ドリーは羊の平均寿命の半分の6歳で死亡したが、この原因の1つとして老化が早かったことが指摘されており、（エ）のかかえる問題の1つとされている。

	ア	イ	ウ	エ
(1)	胚細胞クローン	体細胞クローン	胚細胞クローン	胚細胞クローン
(2)	体細胞クローン	胚細胞クローン	胚細胞クローン	胚細胞クローン
(3)	胚細胞クローン	体細胞クローン	胚細胞クローン	体細胞クローン
(4)	体細胞クローン	胚細胞クローン	体細胞クローン	体細胞クローン
(5)	胚細胞クローン	体細胞クローン	体細胞クローン	胚細胞クローン

**( 技術関連分野 )**

1. 次の記述のうち、誤っているものを選び。

(1) 1997年12月、京都で「気候変動に関する国際連合枠組条約第3回締約国会議」が開催され、京都議定書が採択された。この議定書の内容は、先進国全体の温室効果ガスの排出量を、2008年～2012年の間に、1990年の水準より5%削減を目的として、先進各国の削減目標を設定したものであり、日本は6%削減を世界に約束した。

(2) 地球温暖化により生じる主な問題としては、海面上昇、異常気象、生態系破壊が考えられる。このうち海面上昇は、気温上昇に伴い氷河や北極海の氷山が融けて海に流入することによって海水面が上昇し、沿岸部の水没、臨海部水域生態系への影響をもたらすものである。

(3) 大気圏に放出されたフロンが成層圏に達し、紫外線によって破壊されて塩素分子を放出し、これがオゾン層を破壊するのがオゾン層破壊である。1個の塩素原子が一万個のオゾン分子を破壊するともいわれており、このためオゾン層は確実に薄くなっている。

(4) 1980年代に国際間の有害廃棄物不正輸出取引が相次いだため、国連環境計画（UNEP）を中心にルール作りを検討、有害廃棄物の輸出について許可制、事前審査制を導入、不適正な輸出入が行われた場合は政府に引き取りの義務づけなどを設けたバーゼル条約が1989年スイスで採択され、92年に発効した。また、1998年にOECD加盟29先進国に対し、全ての非OECD諸国へのあらゆる有害廃棄物の輸出を禁止するバーゼル禁止令が発効した。

(5) 酸性雨は、自動車や工場などから排出される窒素酸化物・硫黄酸化物が大気中で光化学反応・酸化され硫酸・硝酸といった酸性ガスとなり、pH5.6以下の強酸性の雨となって地上に降り注ぐものである。大気汚染問題として深刻な国内的環境問題であるとともに、原因物質が排出源から数千kmも離れた地域に運ばれる越境汚染などから、重大な地球環境問題の一つとなっており、日本でも中国の工業地帯で排出される硫黄酸化物を原料とした亜硫酸ガスによる酸性雨が問題になっている。

2. 日本における太陽光エネルギーの年間総量は  $1000 \text{ kWh/m}^2$  である。一方で、2000 年における日本の一次エネルギー供給量は、約  $2.3 \times 10^{13} \text{ MJ}$  (メガジュール) で、その約 13% を原子力発電でまかなっている。  
太陽光発電の発電効率は現在約 10% であるが、これが仮に 20% に倍増したとして、原子力発電をすべて太陽光発電でまかなうためには、太陽光発電施設の総受光面積は、下記のいずれに近いが。

- (1) 大田区の面積 (約  $60 \text{ km}^2$ )
  - (2) 東京 23 区の総面積 (約  $617 \text{ km}^2$ )
  - (3) 沖縄本島の面積 (約  $1200 \text{ km}^2$ )
  - (4) 東京都の面積 (約  $2187 \text{ km}^2$ )
  - (5) 徳島県の面積 (約  $4145 \text{ km}^2$ )
3. リスク管理・危機管理に関する次の記述のうち、誤っているものを選び。
- (1) 発生確率は低いものの、リスクが顕在化した場合の被害が甚大であるもの、たとえば地震や火山噴火などは、リスクを低減するほかに、保険に入っておくという方法もある。後者をリスクの移転という。
  - (2) 危機管理は、まず危機に対する基本的方針を定め、次に予想される危機 (クライシス) を特定する。そして危機の分析と評価を行い、対策を講じる。
  - (3) 発生確率は高いものの、顕在化した場合の被害がさほどではないリスクは、対策を講じるためのコストなどを勘案して、リスクを保有する (対策を講じない) という選択もある。
  - (4) 危機管理においては、危機が発生した場合の広報活動も重要である。これには、周辺住民など関係者の生命財産を保護するとともに、無用な憶測などにより二次災害や風評被害が拡大するのを防ぐ目的もある。
  - (5) リスクに対する正常な評価を妨げる効果を「バイアス」と呼ぶ。ベテラン・バイアスは、過去の経験で慣れてしまってリスクを過小評価するものであるし、カタストロフィー・バイアスは極稀な巨大被害リスク (隕石の衝突や巨大地震など) を過大視するものである。

4. 品質管理に関する次の文章の（ア）～（エ）に入る適切な文字を正しく組み合わせたものはどれか。

QCサークル活動は、品質管理や安全管理に関する小集団活動の1つであるが、その中で改善策を引き出すための1手法にブレインストーミングがある。これにはオズボーンの4原則と呼ばれる、他人の意見を批判しないこと、すべての意見を取り上げること、発言は多いほど良いこと、他人のアイデアへの便乗を（ア）ことといったルールがある。

統計的品質管理手法に、QC7つ道具といわれるものがある。これには、層別の把握、特性要因図、散布図、パレート図、グラフ・管理図、チェックシート、（イ）がある。

品質管理の国際規格にISO9000sがある。ここでは、まず品質管理方針を（ウ）が決定することが重要であるとされている。

	ア	イ	ウ
(1)	奨励する	レーダーチャート	品質管理責任者
(2)	奨励する	ヒストグラム	経営者
(3)	禁止する	レーダーチャート	経営者
(4)	禁止する	レーダーチャート	品質管理責任者
(5)	禁止する	ヒストグラム	品質管理責任者

5. システムの高信頼化に関する次の記述の中に、誤りはいくつかるか答えよ。

（ア）フォールトアポイダンスとは、故障を少なくすることである。  
 （イ）フォールトトレランスとは、故障しても正常機能を保つことである。  
 （ウ）フェールソフトとは、故障しても最低限の機能を保つことである。  
 （エ）フルプルーフとは、人間のミスの影響を抑えることである。

- (1) 0個            (2) 1個            (3) 2個            (4) 3個            (5) 4個

6. 以下に示す知的財産権の中で、工業所有権ではないものはどれか。

- (1) 特許権  
 (2) 実用新案権  
 (3) 意匠権  
 (4) 著作権  
 (5) 商標権

## 模擬試験の正解と解説

**(設計・計画分野)**

1. 幼児が積み木遊びを始めようとしている。これについて議論した以下の意見の中で、最も適当と思われる意見はどれか。

- (1) 幼児は図面を用いずに何かを作ろうとしている。したがって、この積み木遊びに「設計」は存在しない。
- (2) 幼児は何を作るかという目的を持たず、無目的に積み木遊びをしようとしているのかもしれない。そうであれば「設計」は存在しない。
- (3) 幼児はまだ論理的思考能力がほとんど発達していない。したがって幼児の行動の中には「設計」は存在し得ない。
- (4) 幼児は思ったようなものができるまで試行錯誤を繰り返して、計画性がない。したがってそこには「設計」は存在しない。
- (5) 幼児は完成した積み木の安定性などに何ら責任を持たないのであれば、そこには「設計」は存在しない。
- 

**正解は2**

- (1)・・・× 必ずしも図面を用いる必要はない。
- (2)・・・ 何を作るかという目的があることが「設計」の基本概念である。
- (3)・・・× 論理的思考とは関係ない。
- (4)・・・× 製造工程での試行錯誤は、設計品質の問題であって、設計の有無とは無関係である。
- (5)・・・× 品質・製造責任は設計品質に関わるが、設計の有無とは無関係である。

2. 次の記述について、正しいもの・誤っているものの組み合わせはどれか。

(A) 少子高齢化の中で、高齢者にとって住みよいまちづくりが提唱されているが、今から 20 年ほど前、すでにロナルド・メイス氏は、高齢者や障害者はもとより、年齢・性別・国籍などに左右されず誰でも快適に利用できる製品・建物・都市などの設計理念である「ユニバーサルデザイン」を提唱した。

(B) IT 技術の発達により、CALS と呼ばれるシステムが活用されるようになった。これは、コンピュータ上で図面等を作成し、これを電子媒体に収めて成果物とするためのシステムである。

(C) 建設リサイクル法により、建設工事において排出されたコンクリート・木材などの建設廃材について、その分別解体等および再資源化等が義務付けられたが、すべての建設工事がその対象となるわけではない。

(1) ×××      (2) ××      (3) ×      (4) ×      (5) ××

**正解は 4**

(A)・・・ ユニバーサルデザインとバリアフリーを混同しないように注意が必要。

(B)・・・× CALS の根幹は、電子化によるデータの受渡と使いまわしで、電子作図・電子納品は CALS を具体化する手法の一つに過ぎない。

なお、電子入札は CALS ではなく EC（電子商取引）である。

(C)・・・ 一定規模以上の建設工事に適用される。

よって正解の組み合わせは × 。

3. 製品の設計・製造工程における検査は、製品の品質維持に必要不可欠なものであるが、検査にはさまざまなコストがかかる。  
ある人工物の検査コストを見積もったところ、平均して検査1回あたり200万円であった。一方、検査回数を減らした場合、 $1/(1+X)$ の確率でこの人工物が欠陥により破壊し、その時の損害額は5000万円と見積もられた。  
トータルコストを最適化するには、何回の検査を行うのがよいか。

(1) 1回      (2) 2回      (3) 3回      (4) 4回      (5) 5回

---

**正解は4**

トータルコストなので、コスト  $V = 200X + 5000/(1+X)$ 。

本来は、

$$y = 200X + 5000/(X+1) \text{ より、}$$

$$dy/dx = 200 - 5000/(X+1)^2 = 0$$

$$(X+1)^2 = 25 \text{ で } X > 0 \text{ より } X+1 = 5$$

$$\text{よって } X=4$$

4. 製造物責任法に関する以下の記述の中で、誤っているものを選び。

- (1) 利用者が製造物の欠陥によって傷害をおったり、あるいは安全に関わるような品質上の不具合があった場合に、メーカーがこの責任を負わねばならない。
- (2) 製造物責任法において、消費者がメーカーの責任を問おうとする時、製品に欠陥が存在し、それによって損害をこうむったこと、さらにその欠陥の原因がメーカーにあることの3点についてのみ証明すればよいこととされている。
- (3) この法律の対象となる製品には、未加工農林畜水産物や電気、ソフトウェアといったものは該当しない。
- (4) 製品の欠陥によって、人の生命・身体に被害をもたらした時だけでなく、その製品以外の財産が損害をこうむった時もこの法律の適用対象となる。
- (5) この法律は、国内販売された製品を海外で使用して不具合が発生した場合にも適用される。ただし、この製品が国内限定使用に供するものであることが明記されている場合はこの限りでない。

---

**正解は2**

- (1)・・・ 製造者責任法の基本理念である。
- (2)・・・ x 製品の欠陥と、それによって損害をこうむったことの2点だけでよい。
- (3)・・・ 対象製品は工業製品のような、人為的な操作や処理がなされ、引き渡された動産を対象としている。
- (4)・・・ これに対して製品自体の損害（欠陥によりその製品が故障しただけ）はこの法律の対象とはならない。
- (5)・・・ 記述のとおり。

5. ある設計会社は、図1のようにA～Eの4段階の作業を、流れ作業システムにして設計を行っている。

各作業は、次工程に送る前に検査を行い、ミスがあれば次段階には送らないシステムになっており、そこでミスが発見される可能性は下表の通りである。ちなみにシステムの信頼性(ミスが1回も発生せず設計を終える可能性)は83%である。

いま、システムの信頼性を上げるため、ミスの多い作業Bを2つのグループで平行して行うこととし、図2のようなシステムに変えた。

各作業における検査でミスを見逃す確率はゼロであると仮定すると、システムの信頼性はどれだけ高くなったか。

改善された信頼性 - 改善前の信頼性として最も近いものを選び。

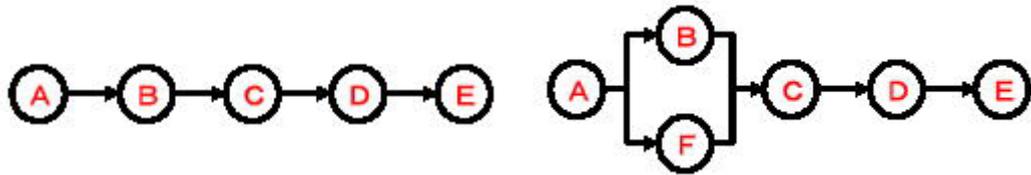


図 - 1

図 - 2

作業	A	B	C	D	E
ミス発生数	2	10	3	2	1

ミス発生数は、作業100件中で、ミスが発見された作業の数

- (1) 2%      (2) 4%      (3) 5%      (4) 6%      (5) 8%

### 正解は5

それぞれの信頼性は、Aが98%、Bが90%、Cが97%、Dが98%、Eが99%である。

これらが直列になっているので、元のシステムの信頼性は  $0.98 \times 0.90 \times 0.97 \times 0.98 \times 0.99 = 0.83 = 83\%$ 。

ここでBを並列にするので、この部分の信頼性は  $1 - (1 - 0.90) \times (1 - 0.90) = 1 - 0.1 \times 0.1 = 0.99 = 99\%$

よって改善されたシステムの信頼性は  $0.98 \times 0.99 \times 0.97 \times 0.98 \times 0.99 = 0.913 = 91.3\%$ 。

よって、 $91.3 - 83 = 8.3\%$ で、選択肢5が最も近い。

(さらに効率的な解法)

上式は、Bの部分以外は変わらないので、その部分の信頼性向上率がそのまま全体の向上率となる。

よって、元の信頼性0.90で改善後の信頼性0.99を除すると、 $0.99 / 0.90 = 1.1$ 。

(解法その1) よって、 $83\% \times 1.1 = 91.3\%$ 。よって、 $91.3 - 83 = 8.3\%$ 。

(解法その2) よって、上昇分は  $0.1(1.1 - 1)$ 。83%の0.1倍なので8.3%。

**(情報・論理分野)**

1. コンピュータにおける情報処理は、最も基本的には回路への通電の有無、すなわち0か1かの2進符号によって行われる。この2進符号の組合せからなる情報量の単位をビットと呼ぶ。1ビットでは0か1かの2つの組合せを表すことができる。また、処理装置が2ビットの情報量を同時に処理できるならば、処理可能な組合せ数は、(0,0)、(0,1)、(1,0)、(1,1)の4つとなる。
- 1969年に人類初の月面着陸を成功させたアポロ11号に搭載されていたコンピュータは、8ビットの情報量を同時に処理できるものであった。このコンピュータで同時に処理できる2進符号の組合せ数がいくつか。

(1) 8

(2) 16

(3) 128

(4) 256

(5) 512

**正解は4**

情報処理量 $Y$ は、同時処理可能な組み合わせ数を $X$ とすると、 $Y = \log_2 X = \log_2 2^Y$ で表される。問題文前段はこのことの説明である。

いま、 $Y = 8$ であるから、 $X$ は $2^Y = 2^8 = 256$ となる。

2. 次のようなアルゴリズムがある。このアルゴリズムにデータとして数値 10 を入力した。出力される数値を選べ。

(アルゴリズム)

入力されたデータを変数 X に代入する。

変数 Y に 0 を代入する。

変数 Z に 0 を代入する。

以下の { } 内の手順を繰り返す。

{

X を 2 で除して、商を X に代入し、余りに  $10^Y$  を乗じて変数 K に代入する。

Z に K を加算する。

Y に 1 を加える。

X が 1 であれば、繰り返しを終了する。

}

Z に  $10^Y$  を加算する。

Z の値を表示する。

(1) 100

(2) 110

(3) 1000

(4) 1001

(5) 1010

---

**正解は 5**

このアルゴリズムは、10 進数 2 進数の換算をしている。

したがって、表示される値は 10 進数 10 を 2 進数で表した数となる。

$2^3 = 8$ 、 $2^4 = 16$  より桁は 3 桁・・・1000

$10 - 2^3 = 10 - 8 = 2$ ・・・2 進数で 10

よって、 $1000 + 10 = 1010$

3. 野球ファン 100 人にアンケートを取ったところ、次のような結果が出た。

球団Aのファン……30人

球団Bのファン……20人

球団Cのファン……15人

A・B両球団のファン……5人

A・C両球団のファン……4人

B・C両球団のファン……3人

A・B・C三球団のファン……1人

A・B・Cいずれの球団のファンでもないのは何人か。

(1) 35人

(2) 45人

(3) 46人

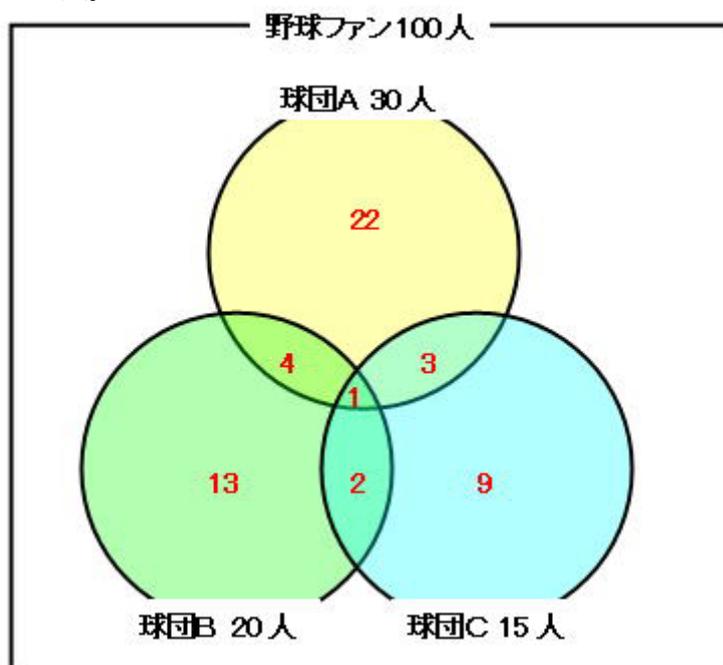
(4) 47人

(5) 48人

**正解は3**

下図のようなベーン図にするとわかりやすい。

図中、赤数値は重複分をのぞいた(排他的)人数で、これを合計すると54人。よって  $100 - 54 = 46$  人。



4. 16進数は、0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, Fの16個の数値を表す文字を組み合わせて表記される。  
 ここで、Aは10進数の10、Bは同じく11、Cは同じく12、Dは同じく13、Eは同じく14、Fは同じく15に相当する。  
 16進数の1Fを2進数で表記したものは次の中のどれか。

(1) 15            (2) 31            (3) 111            (4) 1111            (5) 11111

**正解は5**

16進数の1Fは $10 + F$ 。16進数の10は10進数では16、Fは同じく15だから、10進数では $16 + 15 = 31$ 。

これを2進数で表記すると、

$$31 \div 2 = 15 \text{ 余り } 1 \cdots \cdots 1 \text{ 桁目は } 1$$

$$15 \div 2 = 7 \text{ 余り } 1 \cdots \cdots 2 \text{ 桁目は } 1$$

$$7 \div 2 = 3 \text{ 余り } 1 \cdots \cdots 3 \text{ 桁目は } 1$$

$$3 \div 2 = 1 \text{ 余り } 1 \cdots \cdots 4 \text{ 桁目は } 1$$

$$1 \div 2 = 0 \text{ 余り } 1 \cdots \cdots 5 \text{ 桁目は } 1$$

となり、各桁の値を並べて、11111となる。

(別解)

$$2^5 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 32 \text{ より、 } 31 = 2^5 - 1$$

$2^5$ は2進数で100000なので、2進数で $100000 - 1 = 11111$ 。

5. ネットワークに関する次の記述のうち、もっとも不適当と判断されるものを選べ。

(1) LAN は Local Area Network の略で、サーバと呼ばれるコンピュータを中心に各端末が接続され、サーバを介して端末同士のデータのやり取りが可能になっているネットワークシステムをいう。また、WAN は Wide Area Network の略で、複数の LAN が専用回線でつながったシステムをいう。

(2) インターネットは、複数の LAN、WAN などのシステムが相互に接続されたシステムで、LAN の場合のサーバのような中心を持たない。また、インターネットの手法で組んだ社内ネットワークをイントラネットという。

(3) インターネットにおいて一般的に使用される言語を HTML という。これは、文字データに加え、書式・文字以外のデータのファイル所在などのデータを表したタグと呼ばれるデータを含んだもので、バイナリ形式ファイルである。

(4) 電子メールではバイナリデータを添付ファイルとして送ることができるが、実際にはすべてのデータは 7 ビット ASCII コード (文字データ) に変換されて送られている。

(5) ネットワークに接続して使用しているコンピュータがウィルスに感染したと判断されるときは、まず最初にネットワークから切り離す処置をとるべきである。

---

**正解は 3**

(1) . . . . . 記述のとおり。

(2) . . . . . 記述のとおり。

(3) . . . . . x 前段はそのとおりだが、HTML はバイナリ形式ではなくテキスト形式のファイルである。

(4) . . . . . エンコード/デコードとよばれる変換処理をソフトウェアが自動的にやっている。

(5) . . . . . 感染拡大を防ぐため、とにかくネットワークから切断する。その後もいきなり電源を落としたりすべきではない。

## (解析分野)

1. 3次元空間座標において、関数  $(x, y, z) = 2x^2 + 2xy^2 + yz^2$  であるとき、点  $(0, 1, -1)$  での  $\nabla f$  として正しいものを選び。  
ただし、 $\nabla f = (\frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y}, \frac{\partial f}{\partial z})$  である。
- (1)  $(2, 1, 2)$                       (2)  $(2, 1, -2)$                       (3)  $(-2, 1, 2)$                       (4)  $(-2, 1, -2)$   
(5)  $(0, 0, 0)$

## 正解は2

$f(x, y, z) = 2x^2 + 2xy^2 + yz^2$  の各成分の偏微分を求める。

$$\frac{\partial f}{\partial x} = 4x + 2y^2$$

$$\frac{\partial f}{\partial y} = 4xy + z^2$$

$$\frac{\partial f}{\partial z} = 2yz$$

これに  $(0, 1, -1)$  を代入すると、 $(2, 1, -2)$  が得られる。

2. 同じ材質の板A (厚さ 10mm) と板B (厚さ 5mm) が密着して重ねあわされている。定常状態での密着面の温度が  $T$ 、板Aの表面温度が  $T_1$  である時、板Bの表面温度はいくらか。
- (1) 40                      (2) 45                      (3) 50                      (4) 55                      (5) 60

## 正解は1

密着面の温度 > 板Aの表面温度なので、熱は板B 密着面 板Aと流れている。

板Bから密着面に流れる熱量  $q_1$  は、板Bの表面温度を  $T_1$ 、密着面の温度を  $T$ 、板Bの厚さを  $d_1$  とすれば、 $q_1 = \frac{\lambda(T_1 - T)}{d_1}$  となる。

同様に密着面から板Aに流れる熱量  $q_2$  は、板Aの表面温度を  $T_2$ 、板Aの厚さを  $d_2$  とすれば、 $q_2 = \frac{\lambda(T - T_2)}{d_2}$  となる。

なお、 $\lambda$  は熱伝導率で、同じ材質なので板A・Bの  $\lambda$  は同じである。

定常状態なので、 $q_1 = q_2$  である。よって、 $\frac{\lambda(T_1 - T)}{d_1} = \frac{\lambda(T - T_2)}{d_2}$ 。さらに  $\frac{(T_1 - T)}{d_1} = \frac{(T - T_2)}{d_2}$ 。

$T = 30$ 、 $T_2 = 10$ 、 $d_1 = 5\text{mm}$ 、 $d_2 = 10\text{mm}$  であるから、 $\frac{(T - T_2)}{d_2} = \frac{(30 - 10)}{10} = 2$ 。

よって、 $\frac{(T_1 - T)}{d_1} = 2$ 。  $d_1 = 5$ 、 $T = 30$  より  $T_1 = 2 \times 5 + 30 = 40$ 。

3. 各種解析手法に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか選べ。

(1) 差分法は、解析領域を規則正しい格子によって分解し、差分で近似しようとする方法であるが、正確に境界条件を指定することが難しいなど精度の問題がある。

(2) 有限要素法は、領域を単純な形状に分割し、無限の自由度を持った連続体を有限個の要素に分解し、その挙動を求める方法である。部分的に精度を上げたい場合でも、その部分の節点の配置を密にして要素を小さくすることによって対応することが容易にできる反面、差分法に比して要素に分割するのに大きな手間がかかる。

(3) 境界要素法は、境界のみの情報を用いて解析を行う方法で、有限要素法より領域の次元が1次元大きくなるため、要素分割に要する手間が多く、解析計算時間がかかるという問題点がある。

(4) 境界要素法は、境界が無限遠にあるような場合の解析領域を容易に扱うことができるので、流体力学の問題や電磁波の問題などにおいてよく用いられる。

(5) 境界要素法は境界での値を求めるが、内部の変位や応力を求める数値解法においては有限要素法がよく用いられる。

---

**正解は3**

境界要素法は、境界のみの情報を用いて解析を行う方法で、有限要素法より領域の次元が1次元小さくなるため、要素分割に要する手間が少なく、解析に要する計算時間も少なく済むという利点がある。

4. 宇宙空間に浮かんでいる重さ 4.5 トンの人工衛星を移動させるための宇宙船外作業を行う。牽引するための器具類・フック・ワイヤー等の総重量が 300kg、作業に従事する宇宙飛行士の重さが、宇宙服など装備一式を含めて 100kg である。推進装置は宇宙飛行士の装備している宇宙服に固定されており、宇宙飛行士だけが移動する場合、 $0.1g$  ( $g$  は重力加速度)の加速度を得ることができる。ただし、文中の「重さ」、「重量」はいずれも地球上におけるものである。この装備で人工衛星を牽引するにあたり、推進装置を 10 秒間作動させた場合、宇宙船はどれだけの速度で移動するか。

- (1) 0.1m毎秒            (2) 0.2m毎秒            (3) 0.3m毎秒            (4) 0.4m毎秒  
(5) 0.5m毎秒

### 正解は2

運動量保存則 ( $m_1 v_1 = m_2 v_2$ ) により、速度  $v_2$  を計算する ( $v_2 = m_1 v_1 / m_2$ )。

質量  $m_1$  は 100kg。速度  $v_1$  は、 $0.1g$  の加速度で 10 秒間加速することにより、 $v = a t = 0.1 \times 9.8 \times 10 = 9.8 \text{m/sec}$ 。

よって、 $m_1 v_1 = 980 \text{kg} \cdot \text{m/sec}$ 。

次に質量  $m_2$  は、宇宙飛行士 100kg + 器具等 300kg + 人工衛星 4.5 t = 4900kg。

よって速度  $v_2$  は、 $m_1 v_1 / m_2 = 980 / 4900 = 0.2 \text{m/sec}$ 。

**【別解を SC30 さんにご提供いただきました。ありがとうございます。】**

力 = 質量 × 加速度 =  $F [\text{N}] = m [\text{kg}] \times a [\text{m/s}^2]$  なので、

$$100 [\text{kg}] \times (0.1 \times 9.8) [\text{m/s}^2] = 98 [\text{N}]$$

となり、問題の推進装置は 98[N] の力があることがわかる。

次に、4900[kg] の人工衛星を動かすので、上式を変形して使うと

$$98 [\text{N}] \div 4900 [\text{kg}] = 0.02 [\text{m/s}^2]$$

となり、人工衛星は  $0.02 [\text{m/s}^2]$  の加速度を得ることになる。

この加速度で 10 秒間動かすので、

$$0.02 [\text{m/s}^2] \times 10 [\text{s}] = 0.2 [\text{m/s}]$$

5. 重さ 10kg の石と重さ 1 kg の木片を、同じ高さから同時に落とすところ、石が先に地面に到達した。このことについて議論した以下の意見の中で、最も不相当と思われる意見はどれか。

- (1) 落下速度は重さに比例するので、空気の抵抗を差し引いて考えても、実験結果は当然である。
- (2) 石と木片の形状の違いが、落下速度に影響した可能性がある。
- (3) 石と木片の密度の違いが、落下速度に影響した可能性がある。
- (4) 真空中で同じ実験をした場合、今回と異なる結果になる。
- (5) 空気の抵抗を考えると、同じ重さでも体積が大きい物体は落下速度が遅くなることが考えられる。

---

**正解は 1**

地上高さ  $h$  から自由落下した物体の、地表面に当たる時の速度  $v$  は、 $v = \sqrt{2gh}$  ( $2gh$ ) で表される。

この式に物体の重さが含まれていないことわかるように、真空中であれば、重さ・体積・密度・形状にかかわらず、物体の落下速度は落下高さと重力加速度にのみ支配される。

**(材料・化学・バイオ分野)**

1. 材料に関する次の記述の中で、正しいものを選び。

- (1) ぜい性は材料のもろさの指標で、ぜい性度が高い物質は、大きく変形した後に破壊する。
- (2) 展性は力を与え続けると変形が元に戻らなくなる性質のことで、プラスチックはこの性質ゆえにいろいろな加工に向いている。
- (3) 金属が不透明で表面に光沢があるのは、原子がすき間なく密に配列しているためである。
- (4) 鉄鋼は他の金属材料を圧倒するほど大量に生産されているが、世界生産量で見ると、セメントは鉄鋼以上に生産されている。
- (5) 鉄鋼材料の中で最も炭素含有量の多い炭素鋼は、特に硬度が高い。

---

**正解は4**

- (1)・・・× ぜい性度が高いと、あまり変形せずに破壊する。
- (2)・・・× 展性は叩き伸ばせる性質のことで、金属特有である。
- (3)・・・× 原子が密に配列しているからではなく、自由電子が存在するためである。
- (4)・・・ そのとおり。世界生産量ではセメントは鉄鋼の2倍近い。
- (5)・・・× 最も炭素が多いのは鋳鉄で、そこに酸素を吹き込み炭素を減らしたものが鋼。炭素鋼は鋼の一種で鋳鉄より炭素含有量は低い。

2. 次の文章の（ア）～（エ）に入る適切な文字を正しく組み合わせたものはどれか。

一般的にプラスチックは（ア）と（イ）の2つに分類される。さらに（ア）は、耐熱性により、汎用樹脂、（ウ）、スーパーエンジニアリング樹脂の3つに細分されるとともに、高分子鎖の（エ）の度合いにより、結晶樹脂と非結晶樹脂の2種類に分けられる。

	ア	イ	ウ	エ
(1)	熱可塑性樹脂	熱硬化性樹脂	汎用エンジニア樹脂	配列耐熱性
(2)	汎用エンジニア樹脂	熱硬化性樹脂	汎用エンジニア樹脂	配行耐熱性
(3)	熱可塑性樹脂	耐熱性樹脂	エンジニアリング樹脂	配列耐熱性
(4)	汎用エンジニア樹脂	耐熱性樹脂	エンジニアリング樹脂	配列耐熱性
(5)	熱可塑性樹脂	熱硬化性樹脂	汎用エンジニア樹脂	配行耐熱性

---

**正解は5**

- （ア）・・・熱可塑性樹脂
- （イ）・・・熱硬化性樹脂
- （ウ）・・・汎用エンジニア樹脂
- （エ）・・・配行耐熱性

3. 炭素原子、水素原子、酸素原子からなる物質 A を 15 g とり、酸素を通じながら完全燃焼させた。生成した水を塩化カルシウムに、また二酸化炭素をソーダ石灰に吸収させて質量を測定したところ、水は 9 g、二酸化炭素は 22 g であった。この物質 A の分子式は次のどれか。なお、各原子・物質 1 モルの質量は、炭素 12 g、水素 1 g、酸素 16 g、物質 A 60 g である。

- (1)  $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}$             (2)  $\text{C}_2\text{H}_2\text{COOH}$             (3)  $\text{HCO}_3$             (4)  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$   
 (5)  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_4$

**正解は 4**

C、H、O それぞれの 1 モル質量 (= 原子量) が 12、1、16 なので、生成物の分子量は、  
 水 ( $\text{H}_2\text{O}$ )  $1 \times 2 + 16 = 18$

二酸化炭素 ( $\text{CO}_2$ )  $12 + 16 \times 2 = 44$

よって、炭素・水素・酸素の質量は、

(炭素)  $22 \text{ g} \times \text{C} / \text{CO}_2 = 22 \times 12 / 44 = 6 \text{ g}$

(水素)  $9 \text{ g} \times 2\text{H} / \text{H}_2\text{O} = 9 \times 1 \times 2 / 18 = 1 \text{ g}$

(酸素)  $15 \text{ g} - 6 \text{ g} - 1 \text{ g} = 8 \text{ g}$

そこで、各原子の原子数の割合は次のように求められる。

$\text{C} : \text{H} : \text{O} = 6/12 : 1/1 : 8/16 = 0.5 : 1 : 0.5$

整数比で  $1 : 2 : 1$

この結果を組成式で表すと、 $\text{C}_1\text{H}_2\text{O}_1$  となる。

この組成に対する分子量は、

$\text{C} + \text{H} \times 2 + \text{O} = 12 + 1 \times 2 + 16 = 30$

物質 A の 1 モル質量 (= 分子量) が 60 なので、 $60 \div 30 = 2$  となり、分子式は

$(\text{C}_1\text{H}_2\text{O}_1)_2 = \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$  となる。

**【別解を SC30 さんにご提供いただきました。ありがとうございます。】**

物質 A (分子量 60) が「 $15/60 = 0.25 \text{ mol}$ 」の燃焼で、水  $\text{H}_2\text{O}$  (分子量 18) が「 $9/18 = 0.5 \text{ mol}$ 」生成されたことになる。

水  $\text{H}_2\text{O}$  一分子に水素は二原子あるので、

物質 A 一分子 : 物質 A 一分子に含まれる水素原子の数 =  $0.25 : 0.5 \times 2 = 1 : 4$

となり、物質 A の分子式は水素原子四個をもつことになる。

したがって解は(4)。

4. DNAに関する以下の記述の中で、正しいものを選び。

- (1) DNAは、デオキシリボースとリン酸、塩基の組み合わせによるヌクレオチドが結合し、二重らせん構造を形成している。DNAの2本の鎖は、アデニン、ウラシル、グアニン、シトシンの4種類の塩基によって結合している。
- (2) デオキシリボ核酸(DNA)とリボ核酸(RNA)の違いは、糖の種類(DNAではデオキシリボースであるが、RNAではリボースである)と、らせん構造(DNAは二重らせん、RNAは一重らせん)の2点である。
- (3) 細胞分裂過程では、細胞核中のDNAからタンパク質を作るリボソームへ遺伝子情報が伝達されるが、この役割を担っているのがRNAである。RNAには役割の異なる3種類のRNAがあるが、遺伝情報伝達をつかさどるのはリボソームRNAである。
- (4) DNAの塩基3つによりアミノ酸の種類と並び方が暗号化され、タンパク質の性質や構造が決定されるが、この塩基3つによる暗号をコドンと呼ぶ。コドンは64種類あり、これに対してアミノ酸は20種類あるが、1個のアミノ酸を決定付けるコドンが複数あるので問題はない。
- (5) 細胞の中には、核の他にさまざまな細胞小器官がある。リボソームはタンパク質の製造を受け持っている。またゴルジ体は酸素呼吸により生命活動に必要なエネルギーを作っている。

---

**正解は4**

- (1)・・・ウラシルではなくチミン  
(2)・・・糖の種類とらせん構造のほかに、塩基の種類が異なる。DNAではチミンであるところが、RNAではウラシルである。  
(3)・・・リボソームRNAではなく伝令RNA  
(4)・・・そのとおり。  
(5)・・・ゴルジ体でなくミトコンドリア

5. 遺伝子医療に関する以下の記述の中で、誤っているものを選び。

(1) ヒト遺伝子を研究するにあたり、DNA上にまばらに分布する遺伝子を個々に探し出すのではなく、最初に全遺伝情報(全塩基配列)を解読してしまっ、それを元に遺伝子を探索していく研究手法が「ヒトゲノム(人間の全遺伝情報)の解読」である。これを非営利国際共同研究として行い、遺伝情報を公表することを目的としたプロジェクトが「ヒトゲノム計画」である。

(2) 遺伝子工学の医療への応用の1つとして「テーラーメイド(オーダーメイド)医療」がある。これは、患者の遺伝子を調べて、体質にあった薬や治療法を選ぶ手法で、投与方法・量の最適化、有効性・安全性の予測、不必要な患者に投与しなくなることによる薬剤費用の抑制などの効果が期待されている。

(3) ヒトの遺伝子解読が進んだ結果、いくつかの病気については、遺伝子診断によって発症以前に罹患の危険性を予知できるようになった。しかし、遺伝子診断結果が流出した場合に、雇用や保険の面での差別が起こる「遺伝子差別」が懸念されており、日本では2000年に科学技術会議が遺伝差別の禁止を求める報告書を提出している。

(4) 遺伝子診断を受精卵や胎児に対して行う「出生前診断」は、先天性疾患の発見による中絶、さらには好みの遺伝子を持った受精卵の選別、優生政策といった、倫理的な問題を数多くはらんでいる。現在、アメリカでは重い遺伝病の保因者の受精卵に限り受精卵診断が行われているが、日本ではまだ受精卵診断は承認されていない。

(5) ガンや動脈硬化症などは、遺伝子異常のためにタンパク質の構造に変異が生じたり、必要量より過剰ないし過小にタンパク質が産生されることによって増悪する。したがって、不足するタンパク質を補充したり、変異したり過剰になったタンパク質に結合してその機能を阻害する化学物質を投与することが治療法となる。このように遺伝情報に基づいて治療薬を開発する手法は、しばしば「ゲノム創薬」と呼ばれる。

---

#### 正解は4

1998年、日本産婦人科学会は、受精卵診断について、重い遺伝病に限り審査を経て承認される見解を発表、これを受けて、1999年、鹿児島大学倫理委員会が、デュシャンヌ型筋ジストロフィーの遺伝子診断を国内で初めて承認した。

6. クローンに関する次の文章の（ア）～（エ）に入る適切な文字を正しく組み合わせたものはどれか。

クローンには、受精卵からDNAを取り出して、別に用意しておいたDNAを除いた不活性卵に移植する、卵細胞（胚細胞）クローンと、体細胞からDNAを取り出して不活性卵に移植する体細胞クローンがある。

生まれた子供と「母親」の遺伝的性質は、（ア）では50%（残り50%は「父親」から）であるが、（イ）ではまったく同じになる。1999年、クローン牛の肉が食卓に上っていることが問題になったが、これは（ウ）である。また、2003年に死亡した「羊のドリー」は世界初の（エ）哺乳類として話題になった。ドリーは羊の平均寿命の半分の6歳で死亡したが、この原因の1つとして老化が早かったことが指摘されており、（エ）のかかえる問題の1つとされている。

	ア	イ	ウ	エ
(1)	胚細胞クローン	体細胞クローン	胚細胞クローン	胚細胞クローン
(2)	体細胞クローン	胚細胞クローン	胚細胞クローン	胚細胞クローン
(3)	胚細胞クローン	体細胞クローン	胚細胞クローン	体細胞クローン
(4)	体細胞クローン	胚細胞クローン	体細胞クローン	体細胞クローン
(5)	胚細胞クローン	体細胞クローン	体細胞クローン	胚細胞クローン

---

正解は3

**( 技術連関分野 )**

1. 次の記述のうち、誤っているものを選び。

(1) 1997年12月、京都で「気候変動に関する国際連合枠組条約第3回締約国会議」が開催され、京都議定書が採択された。この議定書の内容は、先進国全体の温室効果ガスの排出量を、2008年～2012年の間に、1990年の水準より5%削減を目的として、先進各国の削減目標を設定したものであり、日本は6%削減を世界に約束した。

(2) 地球温暖化により生じる主な問題としては、海面上昇、異常気象、生態系破壊が考えられる。このうち海面上昇は、気温上昇に伴い氷河や北極海の氷山が融けて海に流入することによって海水面が上昇し、沿岸部の水没、臨海部水域生態系への影響をもたらすものである。

(3) 大気圏に放出されたフロンが成層圏に達し、紫外線によって破壊されて塩素分子を放出し、これがオゾン層を破壊するのがオゾン層破壊である。1個の塩素原子が一万個のオゾン分子を破壊するともいわれており、このためオゾン層は確実に薄くなっている。

(4) 1980年代に国際間の有害廃棄物不正輸出取引が相次いだため、国連環境計画（UNEP）を中心にルール作りを検討、有害廃棄物の輸出について許可制、事前審査制を導入、不適正な輸出入が行われた場合は政府に引き取りの義務づけなどを設けたバーゼル条約が1989年スイスで採択され、92年に発効した。また、1998年にOECD加盟29先進国に対し、全ての非OECD諸国へのあらゆる有害廃棄物の輸出を禁止するバーゼル禁止令が発効した。

(5) 酸性雨は、自動車や工場などから排出される窒素酸化物・硫黄酸化物が大気中で光化学反応・酸化され硫酸・硝酸といった酸性ガスとなり、pH5.6以下の強酸性の雨となって地上に降り注ぐものである。大気汚染問題として深刻な国内的環境問題であるとともに、原因物質が排出源から数千kmも離れた地域に運ばれる越境汚染などから、重大な地球環境問題の一つとなっており、日本でも中国の工業地帯で排出される硫黄酸化物を原料とした亜硫酸ガスによる酸性雨が問題になっている。

---

**正解は2**

海面上昇をもたらす要因としては、氷河が融けることと海水自体の熱膨張が考えられる。北極海の氷山は、もともとその大部分が海水中にあるので、これが水になったとしても海面上昇への寄与はほとんどないものと見積もられている。

2. 日本における太陽光エネルギーの年間総量は  $1000 \text{ kWh/m}^2$  である。一方で、2000 年における日本の一次エネルギー供給量は、約  $2.3 \times 10^{13} \text{ MJ}$  (メガジュール) で、その約 13% を原子力発電でまかなっている。  
太陽光発電の発電効率は現在約 10% であるが、これが仮に 20% に倍増したとして、原子力発電をすべて太陽光発電でまかなうためには、太陽光発電施設の総受光面積は、下記のいずれに近い。

- (1) 大田区の面積 (約  $60 \text{ km}^2$ )
- (2) 東京 23 区の総面積 (約  $617 \text{ km}^2$ )
- (3) 沖縄本島の面積 (約  $1200 \text{ km}^2$ )
- (4) 東京都の面積 (約  $2187 \text{ km}^2$ )
- (5) 徳島県の面積 (約  $4145 \text{ km}^2$ )

**正解は 5**

一次エネルギー総量  $2.3 \times 10^{13} \text{ MJ} = 2.3 \times 10^{13} \times 10^6 \text{ J} = 2.3 \times 10^{19} \text{ J}$ 。

原子力発電はこの 13% なので、 $2.3 \times 0.13 \times 10^{19} = \text{約 } 3 \times 10^{18} \text{ J}$ 。

太陽光エネルギーは  $1000 \text{ kWh/m}^2 = 10^3 \times 10^3 \times 60 \times 60 \text{ W} \cdot \text{s/m}^2 = 3.6 \times 10^9 \text{ W} \cdot \text{s/m}^2$ 。

$1 \text{ J} = 1 \text{ W} \cdot \text{s}$  なので、 $3.6 \times 10^9 \text{ J/m}^2$ 。この 20% が電気になるとして、 $3.6 \times 0.2 \times 10^9 = 7.2 \times 10^8 \text{ J/m}^2$ 。

よって、 $3 \times 10^{18} \div (7.2 \times 10^8) = 4.16 \times 10^9 \text{ m}^2 = 4.16 \times 10^3 \text{ km}^2 = 4160 \text{ km}^2$ 。

3. リスク管理・危機管理に関する次の記述のうち、誤っているものを選び。

(1) 発生確率は低いものの、リスクが顕在化した場合の被害が甚大であるもの、たとえば地震や火山噴火などは、リスクを低減するほかに、保険に入っておくという方法もある。後者をリスクの移転という。

(2) 危機管理は、まず危機に対する基本方針を定め、次に予想される危機（クライシス）を特定する。そして危機の分析と評価を行い、対策を講じる。

(3) 発生確率は高いものの、顕在化した場合の被害がさほどではないリスクは、対策を講じるためのコストなどを勘案して、リスクを保有する（対策を講じない）という選択もある。

(4) 危機管理においては、危機が発生した場合の広報活動も重要である。これには、周辺住民など関係者の生命財産を保護するとともに、無用な憶測などにより二次災害や風評被害が拡大するのを防ぐ目的もある。

(5) リスクに対する正常な評価を妨げる効果を「バイアス」と呼ぶ。ベテラン・バイアスは、過去の経験で慣れてしまってリスクを過小評価するものであるし、カタストロフィー・バイアスは極稀な巨大被害リスク（隕石の衝突や巨大地震など）を過大視するものである。

---

#### 正解は2

記述はリスク管理の内容である。

リスク管理は、まずリスクに対する基本方針を定め、次に予想されるリスクを特定する。そしてリスクの分析と評価を行い、対策を講じる。

4. 品質管理に関する次の文章の（ア）～（エ）に入る適切な文字を正しく組み合わせたものはどれか。

QCサークル活動は、品質管理や安全管理に関する小集団活動の1つであるが、その中で改善策を引き出すための1手法にブレインストーミングがある。これにはオズボーンの4原則と呼ばれる、他人の意見を批判しないこと、すべての意見を取り上げること、発言は多いほど良いこと、他人のアイデアへの便乗を（ア）ことといったルールがある。

統計的品質管理手法に、QC7つ道具といわれるものがある。これには、層別の把握、特性要因図、散布図、パレート図、グラフ・管理図、チェックシート、（イ）がある。

品質管理の国際規格にISO9000sがある。ここでは、まず品質管理方針を（ウ）が決定することが重要であるとされている。

	ア	イ	ウ
(1)	奨励する	レーダーチャート	品質管理責任者
(2)	奨励する	ヒストグラム	経営者
(3)	禁止する	レーダーチャート	経営者
(4)	禁止する	レーダーチャート	品質管理責任者
(5)	禁止する	ヒストグラム	品質管理責任者

---

正解は2

5. システムの高信頼化に関する次の記述の中に、誤りはいくつかるか答えよ。

- (ア) フォールトアボイダンスとは、故障を少なくすることである。
- (イ) フォールトトレランスとは、故障しても正常機能を保つことである。
- (ウ) フェールソフトとは、故障しても最低限の機能を保つことである。
- (エ) フールプルーフとは、人間のミスの影響を抑えることである。

- (1) 0個      (2) 1個      (3) 2個      (4) 3個      (5) 4個
- 

**正解は1**

記述はすべて正しい。

6. 以下に示す知的財産権の中で、工業所有権ではないものはどれか。

- (1) 特許権
  - (2) 実用新案権
  - (3) 意匠権
  - (4) 著作権
  - (5) 商標権
- 

**正解は4**