

# 検定ニュース

## 成績優秀者、文部科学大臣賞他を受賞

### 令和3年度デジタル技術検定成績優秀者表彰

令和3年度において、公益財団法人国際文化カレッジ主催として「デジタル技術検定」「レタリング技能検定」「フォトマスター検定」が文部科学省後援検定として実施されました。そのうち、フォトマスター検定を除く2検定については、1月31日付にて表彰が行われ、受賞者には賞状が届けられました。本検定はウェブでの無料模擬試験などを利用すれば、合格は比較的容易であると思いますので、しっかり準備をして受験に臨んでください。

コロナ禍の終わりが見えない日々ではありますが、必要な対策を実施しつつ、本年も開催に向けて準備を行ってまいりますので、関係各位におかれましても、どうぞよろしくお願いいたします。

#### 令和3年度 成績優秀表彰内訳

##### <個人賞>

[文部科学大臣賞]	6名
<small>(1級情報・制御各1名、2級情報・制御各2名)</small>	
[優秀賞]	82名
[優良賞]	82名

##### <団体賞>

[文部科学大臣賞]	2団体
<small>(株式会社島津製作所様) (福島工業高等専門学校様)</small>	
[団体優秀賞]	3団体
<small>(S k y株式会社様) (パナソニック I T S株式会社様) (中日本航空専門学校様)</small>	

## 第62・63回デジタル技術検定／試験問題の解説

文部科学省後援として行われた令和3年度の検定試験は第62回が6月27日、全国44箇所(本会場10、準会場34)、第63回が11月28日、全国51箇所(本会場11、準会場40)の会場で一斉に実施され、1～4級に合計1,883人が挑戦しました。各回の級別志願者数と試験結果は別表にまとめてあります。以下に、各回の試験結果について試験委員に簡単な解説をお願いしました。

#### 【まえがき】

令和3年度には、例年の通り2回の試験が行われました。ここではこの2回の試験結果のご報告として、1級については各部門とも必須問題の全3問と選択問題中解答者の多かった順に2問の計5問、2級以下については各回・級・部門についてそれぞれ4問ずつを取り上げて、簡単に説明しておきます。

#### 【1級の試験結果】

1級の試験は63回に行われ、受験者数、合格者数などは別に報告されています。ここでは各部門から5問ずつを選んで、採点上で気が付いたことを解説しておきます。

(1級は必須問題3問、選択問題4問から2問選択、各問題100点の計500点満点です。)

[情報部門]

#### 問題1

プログラムの問題で3問に分かれています。  
(問1)は2分探索法のプログラムで、プログラム中の空所を埋めます。2分探索法は昇順または降順に配列されたデータの中から目的のデータを取り出すときに使います。(問2)は計算量で、(問1)の2分探索法と線形探索法の計算量の比較です。線

形探索法は配列からの探索として最も基本的なもので、ソートされていないランダムな配列から探索を行う唯一の方法です。線形探索の計算量が  $O(n)$  になることはすぐに分るでしょう。2分探索の場合には問題文のようにいくつかの要素がありますから、検討が必要です。結果だけを書くとして全体の計算量は  $O(\log n)$  で、計算量の大小関係「 $1 < \log n < n < n \log n < n^k < 2^n$ 」から2分探索法の方が高速であることが分ります。

(問3)は逆ポーランド法のプログラムです。「逆ポーランド法」は単に「ポーランド法」と書かれたり「後置法」と呼ばれたりします。「数字 数字演算子」のように表記され、コンパイラの間言語によく使われます。問題はプログラム中の穴埋めと、誤り訂正が一カ所ずつです。

問題の内容が多く手間のかかる問題ですが、満点も2名あり、平均点も58.8点です。

#### 問題2

コンピュータにおけるCPUで、(1)その基本構造、(2)動作の流れ、(3)クロックの役割、(4)レジスタの役割、(5)GPUについてです。

(1)の基本構造が「制御ユニット、演算ユニット、レジスタ群、クロック」からなることは、すぐに答えられるでしょう。(2)で「命令の取り込み(フェッチ)⇒解釈⇒実行⇒出力」を繰り返すという動作の流れが答えられないのは論外ですが、1級としては命令レジスタ、プログラムカウンタ、演算論理ユニット(ALU)、クロックなどの用語を使ってCPUの動作が説明できるレベルが望まれます。その他すべてを整理して解答できた受験者は数名で、一層の学習を期待します。

満点の答えはなく、平均点は50.2点です。

#### 問題3

巡回符号について、組織符号とするための符号生成法です。 $(n, k)$ 巡回符号についてその生成多項式を  $G(x)$ 、情報多項式を  $M(x)$  とするとき、符号多項式  $W(x)$  は  $M(x)x^{n-k}$  を生成多項式で割ったときの剰余  $R(x)$  を使って  $W(x) = M(x)x^{n-k} - R(x)$  によって求めます。全体として出来不出来の差が大きく、特に多項式の計算能力の低いことが目立ちました。剰余を正しく求められた受験者はわずかです。また、このようにして得られた符号についての誤り検出の方法なども、余り理解されていないようでした。満点の受験者も3名ありましたが、全受験者の平均点

は31.3点です。

#### 問題4

プログラミング言語の問題で、周知の「手続き型」は除いて「オブジェクト指向型」「関数型」「論理型」のプログラミング言語について、それぞれキーとなる用語を二つ取上げ、例を用いての説明です。「オブジェクト指向型言語」については、多くの受験者が適切に答えていましたが、後の二つは手付かずの受験者も散見されました。「関数型言語」は引数を入力、戻り値を出力とする関数の形でプログラムを構成するもので、ソフトウェアの検証、形式推論(定理証明の支援)などコンピュータサイエンスの基礎に関係しています。Haskell やLispがこれに当たります。Prologに代表される「論理型言語」は古い言語の印象を受けますが、その基本的な考え方については勉強しておく必要があります。現在深層学習の先進的課題になっている「説明可能なAI」やさらにその先を見据えたとき、論理型プログラミング言語の概念は重要です。

あらゆる種類のプログラミング言語を使う人はごく少数だと思いますから、この問題は多くの受験者にとっては難しかったようです。それでも、今回の試験では何名かの受験者が適切に回答していました。その方々も含めて、なお余裕があれば、Python、Java、C、C++、C#、Go等の他、上に挙げたHaskellやOCamlなども勉強することをお勧めします。

27名が選択して満点はなく、平均点は42.0点です。

#### 問題6

機械学習についての問題で、選択したのは43名中31名です。問題は機械学習に関して「教師あり学習」と「教師なし学習」の違いを明確に示し、「学習」とは何かについて説明することと、教師なし学習については「線形単回帰」と「クラスタリング」、教師あり学習については「サポートベクターマシン」と「ニューラルネットワーク」の中からそれぞれ1項目ずつを選んで説明することです。

全体を見ると具体的な方法論を含まない抽象的な表現がほとんどで、例えば「教師なし学習」は「自己判断にゆだねる学習」とだけで「自己判断」の方法が具体的に示されず、「教師あり学習」は「データを与える学習」とは書いてもその具体的な方法が示されていません。「学習」とは何かに対しても「覚え込ませること」、「与えられたデータを元に

		第62回検定結果 (3年6月27日実施)				第63回検定結果 (3年11月28日実施)			
級/部門		志願者数	受験者数	合格者数	合格率%	志願者数	受験者数	合格者数	合格率%
1級	情報	—	—	—	—	62	43	11	25.6%
	制御	—	—	—	—	72	58	20	34.5%
小計		—	—	—	—	134	101	31	30.7%
2級	情報	279	252	197	78.2%	272	245	119	48.6%
	制御	272	244	176	72.1%	293	265	128	48.3%
小計		551	496	373	75.2%	565	510	247	48.4%
3級		303	287	195	67.9%	368	350	306	87.4%
4級		74	66	41	62.1%	83	73	67	91.8%
合計		928	849	609	71.7%	1,150	1,034	651	63.0%

分析すること」など誤りではありませんが、これは一般的な学習について述べたもので、この問題で要求されている「機械学習」に関するデータの利用、学習方法等の具体論のない答案がほとんどでした。

挙げられた項目についての説明では、「線形単回帰」では「データの独立変数と従属変数との間の直線近似」であることを述べたのは1例だけで、「クラスタリング」が「似たものを集めること」は理解していても、その具体的な方法として距離、初期値などに言及したものは数例です。「サポートベクターマシン」が「線形分離の1方法で分離のマージンを最大にする」ことを記述したものはほとんど無く、「ニューラルネットワーク」も「人間の脳細胞を模したもの」とだけで、その具体的な構成や学習方法を説明したものは、これも数例に過ぎません。

この問題にも満点はなく、平均点も低く39.8点です。

#### [制御部門]

##### 問題 1

魔方陣についてのCプログラムです。よく知られている手作業による<操作>をプログラム化したもので、操作とプログラムとの関係を考えて、終わりに手作業で大きさ5×5の魔方陣を構成します。順序が逆になりますが、手作業で魔方陣を正しく構成できた受験者は58名中40名ありました。手作業とプログラムとの関係では誤りが多かったのですが、主な原因は手作業における操作の順序とプログラム上での位置が一致しないことと、魔方陣のマスを表す配列の添え字が

0から始まるために、実際の行番号や列番号と一致しなかったことが挙げられると思います。具体的には、例えば問題に書かれている<操作2>と<操作6>のプログラム上での位置と命令文の書き方を比べてみてください。

満点が22名で、平均点は75.4点です。

##### 問題 2

論理関数における最大項に関する問題で、61回問題2の最小項を最大項に変えたものです。問題(ア)は最大項の説明文の穴埋めです。誤りの多かったのは $x_i$ と $\bar{x}_i$ 、論理積項と論理和項の取り違いです。(イ)では与えられた真理値表による論理関数 $f_1$ 、(ウ)は式で与えられた論理関数 $f_2 = (A+C)(\bar{B}+\bar{C})$ に対する最大項を求めるのですが、(ア)での誤りが尾を引いて最大項を論理積項として表現した受験者が21名ありました。

(エ)は論理関数 $f_3 = A\bar{C} + \bar{A}C + \bar{B}C$ の最大項の数です。最小項と最大項の求め方から分るように、 $n$ 変数の論理関数における最小項と最大項の数の和は $2^n$ になります。与えられた関数 $f_3$ は3変数で5個の最小項がありますから、最大項の数は $2^3 - 5 = 3$ で3個です。数を間違えたのは27名です。満点は6名ありましたが平均点は47.9点で、前回の最小項のときと大差はありません。

##### 問題 3

リアルタイム OS (RTOS) です。RTOSは通常の OS (汎用 OS) のタスクだけではなく、各アプリケーションを精度の高いタイミングで確実に実行することを目的としたもので、制御系などでは特に重要な技術です。全般的に見ると、RTOSを採用しているシステムの事例は多くの受験者が正しく答えていました。RTOSでは「リアルタイム

性」が重要なのですが、その概念を正しく説明できている答えはわずかでした。また、タスクの実行順序を決めるタスクスケジューリングについては、RTOS ではリアルタイム性を確保することが重要で、多くの受験者はこの点を踏まえて正しく解答していましたが、RTOS の特徴を考えずに汎用 OS におけるスケジューリングの説明をしている受験者も少数ですがありました。

結果的には不十分な解答が多く、満点はわずかに1名で平均点も25.9点にしかありません。

#### 問題 5

レーダー式速度検出器について述べた文にある5カ所の空所を、八つの選択肢の中から適切なものを選んで埋める問題です。レーダー式速度検出器はドップラー効果を利用したものですが、(1)の「ドップラー効果」の名称は簡単に答えられたでしょう。(2)はドップラー効果による周波数の変化を求める式ですが、これが正しく答えられないと(3)～(5)で答える具体的な数値も求められません。

現象はよく知られたものであり、選択肢の数も少ないので簡単な問題だと思われたのか58名の受験者中50名が選択して満点が20名あり、平均点も80.4点と高くなっています。

#### 問題 7

制御系の可制御性と可観測性で、1級として初めての出題です。34名が選択しています。(ア)では連立方程式の形で与えられたシステムの状態方程式と出力方程式の係数行列を求めますが、出力方程式の係数行列  $C$  を  $C = [c_1 \quad c_2]^T$  と縦行列で書いた例がいくつかありました。(イ)ではこのシステムの可制御性行列  $U_c$  と可観測性行列  $U_o$  を求めて、システムが可制御または可観測でなくなる時の係数の関係を求めます。結果だけを書くと  $U_c$  は  $A$  と  $B$ 、 $U_o$  は  $A$  と  $C$  だけで決まり、いずれも正方行列ですが、正方行列にならなかった例がかなりありました。システムが可制御または可観測でなくなる時の条件は  $U_c$ 、 $U_o$  の行列式が0になることから求められますが、行列式の計算が出来ない受験者も多かったようです。

悪い例ばかりを挙げましたが、可制御性や可観測性についてよく理解していて最後の条件まで求められた答案も多く、満点が16名で、平均点は59.6点でした。

## 【2級の試験結果】

### 〔情報部門〕

62回と63回では合格率も大きく変わり、各問題の正解率もいろいろです。ここでは、2回の試験とも比較的に正解率の低い問題を4問ずつ取り上げておきます。

#### 第62回

(1) 論理関数の問題です。(ア)は論理関数  $f = f(x_1, \dots, x_n)$  に対して  $f^d = \overline{f(\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_n)}$  で定義される関数  $f^d$  は何と呼ばれるかです。答えは「双対」ですが、正解率は低く33.7%でした。双対は論理回路では重要な概念ですが、いつも成績が良くありません。(イ)では論理関数  $f = (A+B)(B+C)(A+C)$  に対する双対関数を求めます。正解は  $f^d = AB + BC + AC$  で、 $f$  の論理積と論理和を入れ替えたものになっています。簡単な結果ですから、覚えておいてください。なお、定数0と1の双対は、それぞれ1と0になります。双対関数の定義からは、どのようにしたら確認できるか、考えてください。

(3) 前問(2)に、与えられた生成行列から4ビットの巡回符号を求める問題がありますが、(ア)はそこで求められた符号について「符号多項式として最も次数の低いものが生成多項式になる」ことから、この符号の生成多項式を求める問題です。答えは符号(0011)に対応する符号多項式  $x+1$  で、正解率は66.7%です。(イ)はこの生成多項式を使って情報ビット(101)に対する符号を求めます。正解となる符号は(1111)ですが、正解率は低く52.8%になりました。

(4) オートマトンです。選択肢に挙げられているオートマトンと言語に関する文のうち、正しいものを答えます。正解となる文は「文脈自由言語は、線形有限オートマトンで受理できる」ですが、正解率は23.0%と低く、これよりも多い誤答として「文脈自由言語は正規文法により記述できる」(27.8%)と、「文脈自由言語は文脈依存言語をその一部に含んでいる」(25.4%)がありました。詳細な説明は省略しますが、オートマトンと言語の関係は重要な基礎知識ですからよく理解しておいてください。なお、正解の文は正しいのですが文脈自由言語を受理することのできるオートマトンは線形有限オートマトンだけではないことを追記しておきます。

(10) IPv4 で 192.168.1.0/24 と表示されたサーバについての問題で、(ア)はこのサーバのアドレスです。サーバの IP アドレスは32ビットの2進数で表されますが、そのままではわかりにくいので8ビットずつ四つに分けて、それぞれをピリオドで区切った四つの10進数で表します。問題の場合は192.168.1.0が正解で、正解率は61.1%です。(イ)はこのサーバに繋ぐことのできるPCの台数です。IPアドレスはA~Eの五つのクラスに分けられ、一般に使われるクラスA~Cにはそれぞれ先頭に(0)(10)(110)が付けられています。問題のサーバのIPアドレスは先頭部分が10進数で192ですから、16進数でC0となり先頭部分が(1100)でクラスCになります。クラスCは先頭部分の(110)を除いた29ビットがネットワーク部21ビットとホスト部8ビットに分けられます。繋ぐことのできるPC(端末)の数はホスト部で与えられ、8ビットですから計算上では256台になるのですが、各クラスとも(0,0,0,0)ともう一つ使えないアドレスがあって、実際の数では2だけ少なくなります。従って、問題の場合の台数は256より2少ない254台が正解です。正解率は低く、45.2%でした。

### 第63回

(1) 論理回路の単純化に使われる「クワインマクスキー法(以下Q-M法)」です。Q-M法は1級では出題されていますが、2級では初めてです。問題に沿って、具体的に説明しておきます。

Q-M法は、加法標準形で表された論理関数を単純化する方法で、変数 $x$ と論理積項 $F$ に対して $xF + \bar{x}F = F$ となることを利用します。

問題では、最も左の欄に五つの最小項が与えられています。まず最小項 $ABC$ と $\bar{A}\bar{B}C$ に対して $ABC + \bar{A}\bar{B}C = AC$ によって2変数項 $AC$ を求めて2変数の欄に書き、使われた二つの最小項に✓を付けます。次に $ABC + \bar{A}BC = BC$ で求められる項 $BC$ を表に記入して、新しく使われた最小項 $\bar{A}\bar{B}C$ に✓を付けます。同様に、 $\bar{A}\bar{B}C + \bar{A}BC = \bar{A}\bar{B}$ によって1の答え $\bar{A}\bar{B}$ が求められ、最小項 $\bar{A}\bar{B}C$ に✓が付きます。次の $\bar{A}\bar{B}C + \bar{A}BC = \bar{B}C$ で $\bar{B}C$ を求めるとすべての最小項に✓が付きますが、さらに比較の操作を続けなければなりません。Q-M法では、逐一網羅的

に比較の操作をすることが重要です。この問題の場合には $\bar{A}BC + \bar{A}\bar{B}C = \bar{A}C$ によって2の答え $\bar{A}C$ が求められます。続いて2変数項についても同じような操作をして1変数を求めるのですが、長くなるので説明は省略します。

最終結果で✓の付いていないのは $\bar{A}\bar{B}$ と $C$ で、この二つの項を論理和で結合したものが元の関数を単純化したものです。Q-M法で✓が付かないで残った項を「主項」と言います。主項が多くあるときには、その中のいくつかを選んで関数を表すことが出来ますが、このときに選ばれた項は「必須項」と呼ばれます。一般に、必須項の選び方は一通りではありません。

なおこの問題ではQ-M法の前半だけを使っていますが、後半には主項から必須項を求める方法が示されています。詳しいことは、論理回路の教科書を参照してください。

(3) 巡回符号です。巡回符号は62回でも解説しましたが、問題の内容が違うのでここでも取り上げておきます。

問題は(7,4)巡回符号で、(0000000)、(1111111)の二つの符号と(1011000)と(1110100)の巡回によるそれぞれ七つの符号の計16個の符号で構成されています。問題の(ア)はこの符号の生成多項式を求めるのですが、ヒントとして62回の問題(3)でも挙げましたが「符号多項式の中で最も次数の低いものが生成多項式になる」ことが示されています。上に挙げた16個の符号に対する符号多項式中最も次数の低いのは、符号(0001011)に対する符号多項式 $x^3 + x + 1$ ですから、これが正解になります。正解率は低く、49.8%です。(イ)は符号(1111111)に対する情報多項式を求めるのですが、(ア)の生成多項式が正しく求められていないと正解は求められません。求める方法は、符号(1111111)に対する符号多項式を生成多項式で割るだけです。多項式の形での割り算は書くのが面倒ですが、0と1の係数だけで計算する方法もあります。工夫してみてください。正解は $x^3 + x^2 + 1$ で、正解率は(ア)よりも低く34.7%でした。

(5) 2進小数の問題で、10進数0.1を2進数で表現したときに小数点以下5桁目から繰り返し出現する数字列のパターンを求めます。10進数の小数を2進数の小数に変換する方法は下記の通りです。

求める2進小数を  $0.b_1b_2b_3\cdots$  とします。これを2倍すると  $b_1.b_2b_3\cdots$  となり、その整数部が小数1桁目の  $b_1$  です。残った小数部  $0.b_2b_3\cdots$  を2倍するとその整数部から  $b_2$  が求められます。整数部と小数部の関係は10進数でも2進数でも同じですから、与えられた10進数を2倍してその整数部を求めれば2進小数が得られます。問題の場合について、具体的に示しておきます。( ) 内が2進数として使われます。

$0.1 \rightarrow 0.2(0) \rightarrow 0.4(0) \rightarrow 0.8(0) \rightarrow 1.6(1) \rightarrow 1.2(1) \rightarrow 0.4(0) \rightarrow \cdots$   
ここまでの計算で3項目と同じ0.4が出ましたから、以下では同じパターンを繰り返すことになり、求める2進小数は下のようになります。

0.0001100110011001...

問題で指定されている5桁目からの繰り返しパターンは(1001)です。正解率は低く、41.6%です。なお問題では「5桁目から」と指定されていますが、4桁目からの繰り返しパターンは(1100)になります。

(8)データベースとその操作を行う言語SQLに関する問題です。

小問は2問ありますが、(1)では与えられている(ア)～(カ)の六つの文の中からリレーショナルデータベースの説明文として正しいもの二つを選びます。答えだけを書くと(ア)の「データは表形式で表現する」と(カ)の「正規化することにより、データの重複をなくし整合的にデータを取り扱える」で、正解率は35.9%です。この問題の解答は二つずつ組にして答えるのですが、正解の(ア)の代わりに(ウ)の「データは、属性とその値の組み合わせで表現する」を選んだ受験者が31.8%あり、正解者と余り変わりません。(2)はテーブルTAのフィールドAとBの値を取り出す命令です。詳細の説明は出来ませんが、このようなときに使われるSQLの命令文は「SELECT文」と呼ばれ、下のような構成になります。

SELECT 列名1, 列名2 FROM 表名  
表名と列名のところには、どの表(テーブル)のどの列(フィールド)のデータを取り出すかを書きます。問題で指定されているのは「テーブルTAのフィールドAとB」ですから、選択肢④の

SELECT A, B FROM TA

が正解です。この部分の正解率は高く、87.3%です。

## [制御部門]

情報部門の場合と同じように回数による結果の違いがありますが、ここでも各回について4問ずつを解説します。

## 第62回

(5) 論理回路の真理値表が与えられていて、(ア)はその主乗法標準形を求め、(イ)ではそれを簡単化します。(ア)は主乗法標準形ですから真理値表で出力Zの値が0になっているところを使います。Zの値が0のところは三つの変数(ABC)の組み合わせが(000)(010)(100)(101)の場合なので、それぞれに対する最大項を求めます。正解は

$$Z = (A+B+C)(\bar{A}+B+\bar{C})(A+\bar{B}+C)(\bar{A}+B+C)$$

で、右辺の項はそれぞれ順に(000)(010)(100)(101)に対応します。このとき、主加法標準形のときは逆に変数の値が0のときにはA、1のときには $\bar{A}$ のようになっている点に注意してください。正解率は76.2%です。(イ)は上で求めた式を乗法標準形として簡単化します。正解は右辺の第1項と第3項から  $A+C$ 、第2項と第4項から  $\bar{A}+B$  が出ますから、 $Z = (A+C)(\bar{A}+B)$  になります。乗法標準形は苦手なのでしょうか、正解率はやや低く、54.5%でした。

(9) 伝達関数  $G(s) = 1/(s+\alpha)$  の要素に単位インパルス入力  $u(t)$  を加えたときの出力です。(ア)では出力のラプラス変換(L変換)  $Y(s)$  を求めます。出力のL変換ですから、伝達関数に入力のL変換を掛ければよく、 $u(t)$  のL変換は定数の1ですから伝達関数  $1/(s+\alpha)$  がそのまま出力のL変換になります。正解率は57.0%です。(イ)は出力  $y(t)$  です。 $Y(s) = 1/(s+\alpha)$  の逆L変換ですから最も基本的なもので、 $e^{-\alpha t}$  が正解です。正解率は(ア)とほとんど同じで、56.6%でした。

(13) z変換です。問題には4組の時間関数とそのL変換が与えられていて、それぞれに対応するz変換を求めます。誤答の方が多かったものを二つだけ取り上げておきます。一つは単位ステップ関数でL変換が  $1/s$  です。この関数のz変換は  $z/(z-1)$  で正解率は23.4%ですが、誤答が正解よりも多く、1が38.5%、 $1/(z-1)$  が34.4%有りました。L変換では分子が1なので、そのための誤りだと思います。この問題にある初期値定理もそうですが、L変換とz変換の式を比べたときに、sやzが付いたり付かなかったりという違いが随所に見られます。もう一つは

指数関数で L 変換は  $1/(s+\alpha)$  です。これに対する z 変換は  $z/(z-e^{-\alpha T})$  とやや複雑ですが正解率は 41.0% で、誤答としての  $1/(z-e^{-\alpha T})$  を選択したものが 45.5% ありました。(ア)と同じ誤りです。

(14) スタックとキューの問題です。空のスタックとキューに対して

enq A  $\Rightarrow$  push B  $\Rightarrow$  push C  $\Rightarrow$  enq D  $\Rightarrow$  enq (pop)  $\Rightarrow$  push (deq) のような操作を行ったときの、最終状態です。与えられた操作とそのときの状態を

(操作) {スタックの内容} {キューの内容} の形で書いてみましょう。

(enq A) { } {A}  $\Rightarrow$  (push B) {B} {A}  $\Rightarrow$

(push C) {BC} {A}  $\Rightarrow$  (enq D) {BC} {AD}  $\Rightarrow$

(enq (pop)) {B} {ADC}  $\Rightarrow$  (push (deq)) {BA} {DC}

問題 (ア) はスタックの top のデータです。正解は A で、正解率は 53.3% です。(イ) は次に deq の操作を行ったときに出力されるデータです。正解は D ですが、正解率は 69.7% でした。

### 第63回

(4) 誤り訂正符号です。符号の検査行列と受信符号からシンドロームを求める式が示されていて、これを使って誤り訂正を行う方法が説明されています。問題には二つの受信符号が示されていて、それぞれについて誤りの有無を調べて誤っている場合には訂正します。与えられている検査行列と符号は、下の通りです。

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

(0101011)      (1010001)

それぞれの符号について、シンドローム  $s$  を求めてみます。

一つ目の符号については

$$s = HW^T = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

となりますからシンドロームは検査行列の第7列と一致し、受信符号の7ビット目が誤りですから正しい符号は (0101010) となります。正解率は 37.4% です。

二つ目の受信符号では

$$s = HW^T = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

となってシンドロームが第5列と等しくなりますから、正しい符号は (1010101) で正解率は 41.1% です。簡単な問題ですが正解率の低いのは、行列の計算法が分らないのでしょうか。

(8) 16進数の対数です。16進数の指数については今までにも出題されていますが、対数は今回が初めてです。はじめは少し迷うかも知れませんが、対数関数  $\log_x z = y$  が指数関数  $x^y = z$  を書き換えたものだと思っていけば、後は簡単です。

(ア) は  $\log_4 64$  の値を求めるのですが、求める値を  $x$  として書き直すと  $A^x = 64$  となります。A は 10進数で 10、64 は 10進数で 100 ですから、答えの  $x$  は 2 になります。正解率は 59.2% です。同様に (イ) の  $\log_2 1000$  は  $2^x = 1000$  です。16進数の 1000 は 2進数に直すと、1の後に0が12個付きますから2の12乗で、10進数12の16進表示 C が答えです。正解率は (ア) よりも高く、67.5% でした。

(9) 制御系のナイキスト線図について、与えられた説明文の ( ) を埋める問題です。説明が長くなるといけないので、( ) 内に正解を入れた文を書きおきます。

『ナイキスト線図は、フィードバックシステムの(開ループ)周波数伝達関数の(実部)を横軸に、(虚部)を縦軸にとって、(角周波数)をパラメータとして複素ベクトル先端の軌跡を描いたものである。』

特に正解率が低く誤答の多かったのは(開ループ)のところで正解率が 23.8% ですが、(閉ループ)という誤答が 62.6% もありました。「閉ループ伝達関数」はフィードバックループを閉じた状態での伝達関数で、通常伝達関数と呼ばれているものがこれに当たります。一方「開ループ伝達関数」は、フィードバックループをループ内の一つの点で切り開いてその経路に沿って存在する要素の伝達関数の積の符号を変えたものです。問題の他の部分の正解率は(実部)が 46.4%、(虚部)が 57.0%、(角周波数)が 54.3% です。

(14) PSK の問題で、久しぶりの出題です。PSK (デジタル位相 (推移) 変調) は問題にも説明されていますが「搬送波をシンボルと呼ばれる一定の間隔に

区切って、各シンボル毎にデジタルデータのビットパターンに対応した位相の搬送波を送信する」もので、最も簡単なのは0と1をそれぞれ位相の0と $\pi$ に対応させる2相PSK(BPSK)です。この様子を示したのが(ア)の図ですから、(ア)の答えはBPSKです。正解率は49.1%です。搬送波の位相 $\pi/2$ 毎に2ビットのデータを割り当てたものを4相PSK(QPSK)と言いますが、問題(イ)はQPSKの情報通信速度はBPSKの何倍かです。2ビットでは4個の情報を表すことが出来るので通信速度も4倍になると考えてしまいますが、これは誤りで2倍にしかなりません。解答でも4倍という誤答が48.3%あるのに対して、正解の2倍はこれよりも少なく39.2%です。

(15) 選んだ4問とは別ですが、C++の問題です。整数の和を求めるプログラムをCとC++で書いたものを比較して答えます。二つの言語の違いがどの程度の受験者に理解されているかを知るために、ここでは入出力の書き方を問題にしてみました。例えば、Cで

```
printf("%n 正の整数n = "); scanf("%d",&n);
```

と書かれる文はC++では

```
cout << "%n 正の整数 n = "; cin >> n;
```

と書きます。この違いを正しく答えられたのは2級制御部門の受験者265名中約20%でした。この結果から、C++はまだCのように普及していないことが理解できましたから、この試験でのプログラムに関する問題もCに限定される状態が続きそうです。

### 【3級の試験結果】

3級になると新しい問題を作ることが難しくなり、過去に出題された問題を少し変更して繰り返し出題することが多くなります。そのためか一般に正解率も高くなって、今回の2回の試験でも極端に正解率の低い問題はありません。

2回の試験について、それぞれ4問ずつを取り上げておきます。

#### 第62回

(8) 論理回路の問題で、カルノー図(問題の図はベイチの図ですが、以下カルノー図と呼んでおきます)です。カルノー図では、ベイチの図と同じく各マスに変数の組み合わせが割り当てられていて、隣り合ったマスとの間では一つの変数だ

けが異なります。従ってこの二つのマスを結合することによって、変数を一つ減らすことが出来ます。また、このように結合したものを二つ結合すると、さらに一つの変数が減らせます。結果的には、四つのマスを結合したことになりますが、結合されたマスの形は正方形または長方形でなければなりません。

問題に与えられているカルノー図にはこのような四つのマスの組み合わせが二組あって、それぞれ論理変数の $\bar{B}$ とCに対応していますが、二つのマスが共通(重複)して使われています。答えは論理式で求めるので、上の二つを論理和で結合した $X = \bar{B} + C$ が答えです。正解率は62.4%です。

(9) デマルチプレクサです。問題には回路図が示されていて、(ア)ではこの回路の名称を答えます。正解は「デマルチプレクサ」なのですが正解率は34.5%で、「マルチプレクサ」という誤答が40.4%ありました。デマルチプレクサは一つの入力信号を出力選択入力信号によって選択された出力線に出力するのですが、マルチプレクサでは逆にいくつかの入力信号の中から一つを選択して出力します。回路の動作と名称が逆なような印象を受けるので、よく誤って記憶されているようです。(イ)は与えられた出力選択入力信号によって、入力信号がどの線に出力されるかです。回路が簡単なので正解率も高く、79.8%です。

(11) メモリの問題です。「フラッシュメモリ」「SRAM」「マスクROM」「キャッシュメモリ」と四つのメモリ名が示されていて、六つある選択肢の中からその説明として適切なものを求めます。正解率の低かった方から二つを選ぶと「SRAM」に対する「データはMOSFETで構成されるフリップフロップに記憶され、アクセスタイムが高速という特徴を持つ」の50.9%と、「キャッシュメモリ」に対する「速度・性能の向上を図るために、中央処理装置と主記憶装置の間に置かれて用いられる」の60.3%です。

正解に使われない選択肢は「ROMの一種で、赤外線データが消去される。」と「コンデンサの充電状態と放電状態でデータを記憶するため、一定の時間毎にリフレッシュが必要である」の二つです。それぞれ何というメモリか、調べてください。

(14) 20Mバイトのデータを0.1秒で送ると、データ通信速度は何Mbpsになるかという問題です。答えは簡単で0.1秒の間に20Mバイトのデータを送るので、1秒間にはその10倍で200Mバイトになります。このまま答えとした受験者が



53.0%ありましたが、これは誤りです。与えられたデータは20Mバイトで答えはMbpsのようにビットで答えるのですから、上の200は8倍する必要があります。正解は1600Mbpsで、正解率は低く36.6%です。

この問題は、単位の違いに気が付くかどうかだけの問題になってしまいそうです。

### 第63回

(2) A-D変換の原理図が示されていて、(ア)では「標本化」「量子化」「符号化」の説明文として適切なものを選びます。正解率の低かったのは「量子化」で、正解となる選択肢の文は「① アナログ値の大きさをあるレベルで近似して表すこと」で正解率48.9%ですが、誤答として「② 連続したアナログ値を適当な時間間隔で区切り、各時点での値を取り出すこと」が19.4%、「⑤ 連続したアナログ値を適当な時間間隔で区切り、連続的な値に変換すること」が18.0%ありました。②は「標本化」の説明文で、標本化の正解率も低く50.9%です。逆に「標本化」の解答として①を選んだ受験者が20.9%ありました。このような問題では、説明の文を丁寧に読み解くことが重要です。

(3) 1ページの読み上げに1分かかる音声データをデジタル化したとき、データ量は何バイトかという問題です。順に考えていきましょう。音声はアナログ信号ですから、デジタル化のためにはまず標本化する必要があります。標本化定理によると標本化されたデータから元のアナログ信号を再生するためには、アナログ信号に含まれる最高周波数の2倍以上の周波数で標本化することが必要です。そこで、問題には音声の最高周波数が10kHzとしてありますから、その倍の20kHzで標本化することにします。その結果1分間に $20 \times 60 \times 10^3 = 1200 \times 10^3$ 個のデータが得られますが、これを8ビットずつに量子化するとデータの数は $1200 \times 8 \times 10^3$ 個になります。この個数の単位はビットですから、バイトに直すと $1200 \times 10^3$ バイトです。解答の単位はMバイトなので、与えられた計算式によると $1200/1024 = 1.17$ Mバイトが答えになります。この値の答えは41.1%でした。試験の結果では、1.21Mバイトが27.7%で、1.19Mバイトが12.9%あり、その和は40.6%で正解に近

くなります。

誤答がこの値に集中したのは、上で求めた $1200 \times 10^3$ バイトをそのまま $10^6$ で割ってMバイトに直すと1.2Mバイトになりますが、この値が選択肢にありません。問題にはわざわざ「最も近い値」と書いてあるので、1.21Mバイトか1.19Mバイトのどちらかを選んだのでしょう。両方とも0.01Mバイトの違いです。なお、この問題の場合の標本化周波数は20kHzよりも高ければよいので、標本化周波数の決め方を指定しなかったのは計算問題としては不備でした。

(9) 加算回路の問題で、半加算回路(Half-Adder: 以下HA)の真理値表が与えられています。真理値表には加算される二つの入力AとBに対するその桁の出力(和)Sと、上の桁への桁上げCが定義されています。問題の(ア)はSの論理式です。Sが1になるのは二つの入力のどちらか一つだけが1の場合ですから、論理式としては排他的論理和(EOR)です。問題には加法標準形で $S = \bar{A}B + A\bar{B}$ と書いてありますが、 $S = A \oplus B$ という書き方もあります。正解率は高く89.7%です。(イ)はHAの回路図で、上の桁への桁上げが出るのは二つの入力とともに1のときで論理演算としては論理積(AND)ですから、HAの論理回路はEORとANDで構成されます。ここも正解率は高く、87.4%です。(ウ)は全加算回路(Full-Adder: 以下FA)で、下の桁からの桁上げを考えたFAは二つのHAと一つの論理素子で構成できますが、このときに使われる論理素子は何かです。FAには二つのHAが使われますが、これをHA1、HA2とするとHA1にその桁の入力AとBを加え、その結果にHA2で下の桁からの桁上げを加えたものがその桁の加算結果です。FAからさらに上の桁への桁上げが出るのは、どちらかの半加算回路から桁上げが出るからです。ここには論理和(OR)回路が使われます。なお、二つのHAからの桁上げが同時に1となることはありませんから、ORではなくEORを使っている教科書もあります。この問題の選択肢には、EORは入れてありません。正解率は(ア)(イ)よりも低く、53.4%でした。

(14) <https://digital-kenntei.com/index.html>と書かれたURLについての各部の説明です。URLはインターネット上で情報資源の場所を示す住所のようなもので、一般には(アクセス方法://サーバ名/ファイル名)のように表現されます。

問題の場合(https)がアクセス方法で、選択肢で

は「情報をやりとりするための通信方式」がこれに当たります。https は www サーバに対応したプロトコルで、http よりも安全性が高くなっています。(digital-kenntei.com) はサーバ名で、選択肢では「情報が収められているサーバを特定する名前」になります。ここでは、www が省略されています。最後の (index.html) は選択肢にあるとおり「情報が収められているファイル名」です。なお、ここには「ファイル名」ではなく「パス名」と書いてある教科書もあります。パスは、そのファイルに到達するための経路です。正解率は、順に 83.7%、70.0%、66.9% となっています。

#### 【4級の試験結果】

62回には正解率の低いものがありますが、63回では60%以下のものはありません。それぞれ4問ずつを選んでおきます。

#### 第62回

(1) 直流回路です。500Ωの抵抗に1kΩの抵抗を2個並列にしたものが直列接続され、これに電池の電圧が加えられた回路で回路全体の電流3mAが与えられています。(ア)は1kΩの抵抗に流れる電流で、3mAの電流が2分されますから1.5mAです。正解率は高く、75.8%です。(イ)は電池の電圧ですが、抵抗両端の電圧の和として求めます。3Vという正解は36.4%で、誤りである1.5Vが48.5%ありました。

(5) 英文字の26文字を2進数で表すのには最低5ビットが必要ですが、これに「ひらがな」と「数字」を加えた56文字については、最低何ビット必要かです。答はわずか1ビット足すだけの6ビットですが、正解率は57.6%です。56は26の2倍よりも多いのですが、5ビットでは32文字表すことが出来るのでその倍よりは少なく、これに1ビット加えるだけで充分です。

(7) 与えられた16進数の計算式にある2カ所の( )を埋めます。一つ目は $8 \times E$ で、計算結果は10進数で112ですから、16進数では70です。正解率は60.6%です。二つ目は16進数60と70の和です。下の桁の0はそのままにしておいて上の桁だけを加えると10進数では13になり、2進数ではDですからこれに一桁目

の0を加えたD0が答です。正解率は50.0%でした。

(8) アルファベットのA~Dを3ビットの偶数パリティ符号で表します。問題には上の2ビットが与えられていて最下位のビットを求めるのですが、偶数パリティ符号の意味が分らないのか、例えば(01)に対する最下位ビットを(1)と答えた正解は43.9%で、(0)という誤答がこれよりも多く54.5%ありました。

#### 第63回

(1) 62回の問題(1)と同じ回路で、電池の電圧が与えられています。(ア)は全体の電流、(イ)は500Ωの抵抗両端の電圧です。(ア)の正解率が68.5%、(イ)が67.1%で、簡単な回路にしては出来が悪いように思います。

(4) ツェナーダイオードの説明文として、正しいものを選びます。正解は「普通のダイオードと逆向きに電圧を加え、定電圧発生素子として用いる」ですが、正解率は低く68.5%です。

直接デジタル技術には関係ありませんが、電子回路の基礎知識として覚えておきましょう。

(11)(9)~(11)が論理回路の問題ですが、その最後です。AND素子の一つの端子に入力Aが加えられ、もう一つの端子にはNOT素子が接続されていてこれに入力Bが加えられています。この回路の真理値表を求める部分の正解率は90.4%と高いのですが、回路の働きを表す論理式 $Z = A \cdot \bar{B}$ の方は76.7%でした。論理回路の働きを表すものとしては真理値表、論理式、回路図の三つがありますが、進んで勉強するためには論理式になれる必要があります。

(13) 62回と同じ偶数パリティ符号で最下位のビットを求めるのですが、上位2ビットが(01)および(10)のときの最下位ビット(1)の正解が、いずれも60.3%です。やはり偶数パリティ符号を理解していないようです。

(デジタル技術検定・中央試験委員会)