

検定ニュース

成績優秀者、文部科学大臣賞他を受賞

令和2年度デジタル技術検定成績優秀者表彰

令和2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。

昨年はコロナ禍の影響にて6月は中止となりましたが、11月受験においては、団体様の準会場での実施などご協力もあり、無事開催できましたこと、厚く御礼申し上げます。

令和2年度 成績優秀表彰内訳

<個人賞>

- [文部科学大臣賞] 4名
(1級情報・制御各1名、2級情報・制御各1名)
- [優秀賞] 44名
- [優良賞] 47名

<団体賞>

- [文部科学大臣賞] 1団体
(学校法人神野学園 中日本航空専門学校様)
- [団体優秀賞] 3団体
(福島工業高等専門学校様)
(株式会社島津製作所様)
(株式会社コーワメックス様)

第61回デジタル技術検定／試験問題の解説 (60回は中止)

文部科学省後援として行われた令和2年度の検定試験は第60回が中止となり、第61回が11月22日、全国50箇所(本会場9、準会場41)の会場で一斉に実施され、1～4級に合計1,329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2年度はコロナ禍で第60回の試験は中止され、第61回の試験だけが行われました。デジタル技術検定試験も60回を超しましたが、長く続けていると問題の内容が固定化されて偏ったものになりがちです。今回の試験では、1級情報部門の選択問題として「量子コンピュータ」が出題されましたが、20%の受験者に選択されて新しい技術に対す

る関心の高さ感じられました。今後も刺激の意味で新しいテーマを取り上げるとともに、既存の技術の中で今までの問題には取り上げられなかった項目にも出題範囲を広げていきたいと思っています。ここでは第61回の試験について、各級・部門に対してそれぞれ4問程度の問題を取り上げ解説しておきます。

【1級の試験結果】

[情報部門]

44名の受験者中14名が合格して合格率31.8%ですが、「あと一息で合格」というAランクの評価を受けた受験者が11名ありました。毎回の傾向ですが得点にばらつきが多く、全問題の平均点は35.1点にしかありません(1級は1問100点)。試験が1回でしたのでスペースに余裕がありま

すから、今回に限って全7問中の4問を選んで解説を兼ねて解答の内容を詳しく見ることにします。

問題2

情報セキュリティに関する問題で(ア)~(ウ)の3問あります。(ア)は情報セキュリティの3要素(CIA)と呼ばれる①機密性、②完全性、③可用性についての説明です。①の機密性(Confidentiality)は情報を受け取る権利のある限られた人だけが情報を受け取れることで、対策としては「パスワードの設定」「暗号」などがあります。②の完全性(Integrity)は不正な改ざんや情報の欠落などから情報を保護することで、対策は「データ管理の徹底」「デジタル署名」等です。③の可用性(Availability)は必要なときに利用者が安全にアクセスできる環境であることで、「システムの2重化」「データのバックアップ」などで対応します。このような基本的な概念を正しく理解して他人に説明できる能力が問われます。多くの受験者は基本的には理解しているようでしたが、「可用」を単に「使える」という意味にとったのか、概念を勘違いしている答案もありました。

最近では、上の3要素に真正性(Authenticity)、責任追跡性(Accountability)、信頼性(Reliability)を加えた6要素、更に否認防止(Non-repudiation)を加えた7要素を考えることもあります。

(イ)はユーザ認証で、①ワンタイムパスワード、②バイオメトリクス認証、③コールバックの中から一つを選んで基本的な考え方と認証として有効な理由を説明します。①は限定された短時間だけに有効なパスワードを利用する方式、②は指紋や静脈など生体的な特徴を利用する方式、③はコールバックされたパスワードを使う方式です。きちんと解答できた受験者は一部で、多くは適切な用語を使っての説明が不十分でした。

(ウ)はファイアウォールの中のパケットフィルタリングの説明です。パケットフィルタリングは受信されたデータ(パケット)について、管理者等があらかじめ設定した基準によって受理したり破棄したりします。これに関しては要点を抑えた解答もあり、受験者のレベルの高さが伺われました。

情報セキュリティは今後の社会での重要な技

術ですから、新技術にも着目しながら勉強してください。

問題の成績はよく、満点の答案もあり平均点は69.8点です。

問題4

C++に関する問題で、コンストラクタ関数とデストラクタ関数についてその必要性・機能を説明し、関数の宣言方法について4項目を挙げて説明します。

C++の名称は今までに問題の中では使われていましたが、言語の内容についての問題は今回が初めてです。初めてのことなのでどのくらいの受験者に選択されるのか、回答の内容はどうかなど心配していましたが、44名の受験者中約半数の20名に選択され、答案の内容も予想以上によく解答されていて満点も2名ありましたので、受験者のC++についての知識のレベルはかなり高いと思われました。今回は1級の選択問題としてC++言語の内容について出題しましたが、今後は1級の必須問題や2級以下の問題としてC++によるプログラムを出題することも考えています。

この問題の平均点は、51.1点です。

問題6

最近話題の量子コンピュータで、44名の受験者中9名に選択されています。小問は三つで、(ア)は「量子ビット」の説明です。量子ビットは古典ビットとも呼ばれる0と1の2状態を量子力学的に重ね合わせたもので状態を表すベクトルになり、数式としては1量子ビットが $\alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$ の形で表されます。 $|x\rangle$ は「ディラック(Dirac)の記法」による x の列ベクトル(行列)で、0と1についてはそれぞれ $|0\rangle = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ 、 $|1\rangle = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$ (T は転置)となります。この式の α 、 β は $|\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1$ となる複素数ですから、イメージとしてはベクトルの先端を表す半径1の球(ブロッホ球)面上の点になり、他の状態に移るときには球面上を移動します。量子ビットの説明で誤りの典型的なものとして「量子ビットは0と1の間の数を表現している」のような量子論的な考え方を誤って理解している回答例もありました。

(イ)は量子ゲートで、①アダマールゲート(H)、②Pauli-Xゲートについて、その役割の説明です。量子ゲートは問題の文に「量子コンピュータでアルゴリズムを記述する方法の一つ」と書かれているように量子ビットを球面上で移動させる操作

		第60回検定結果 (2年6月28日中止)				第61回検定結果 (2年11月22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	-	-	-	-	51	44	14	31.8%
	制御	-	-	-	-	63	53	11	20.8%
小計		-	-	-	-	114	97	25	25.8%
2級	情報	-	-	-	-	330	301	199	66.1%
	制御	-	-	-	-	419	374	273	73.0%
小計		-	-	-	-	749	675	472	69.9%
3級		-	-	-	-	466	434	378	87.1%
4級		-	-	-	-	142	123	87	70.7%
合計		-	-	-	-	1,471	1,329	962	72.4%

で、具体的には量子ビットに行列を掛ける演算です。②の Pauli-X ゲートは状態ベクトルを X 軸に対して 180° 反転するもので、演算には Pauli の行列

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

を使います。行列 X については量子ビット $|0\rangle$ と $|1\rangle$ に対して $X|0\rangle = |1\rangle$ 、 $X|1\rangle = |0\rangle$ となるのが容易に確かめられますから、古典コンピュータの NOT ゲートに対応することが分かります。①のアダマールゲート(H)は、z 軸から x 軸に向かう中間の 45° の軸に関する回転です。演算にはアダマール行列が使われ、量子ビットを重ね合わせた状態にすることが出来ますが、古典コンピュータには対応するものが無く、量子コンピュータ特有のものです。(H)はアダマール(Hadamard)の頭文字です。

(ウ)は量子コンピュータで活用される重ね合わせや量子のもつれなどの現象を、どのように利用するのかです。説明は省略しますが、簡潔に正しく答えるためには量子力学に関してのかなりの知識が要求されます。

今後もデジタル・情報技術者全員が量子論を深く理解する必要はありませんが、量子論的なものの見方とともに量子回路によるプログラミングなどを学ぶことによって、デジタル情報処理全般に対する理解も深まります。積極的に勉強しましょう。

この問題は新技術に関する出題で当然の結果ですが、選択したからにはある程度の自信はあったと思います。それにしても各小問とも正解者が少なく、平均点も 12.8 点にしかありません。

問題 7

画像処理に関する問題で、44名中27名に選択されています。256×256画素のRGB各256レベルの画像についてで、小問は三つあり、(ア)ではこの画像を記録するために必要な最低記憶容量を求めます。答えは単なるかけ算で求められるので、「計算式を示して」と書かれているように、回答に書かれた式を見れば理解の程度が分かります。正解は192Mbyteですが、意味不明の式もかなりありました。(イ)はこの画像(カラー画像)の白黒画像への変換です。簡単にはRGBの平均値を求めればよいので、多くの受験者が正解できていました。ごくわずかですが、人の色覚に触れた答案もありました。

(ウ)は(イ)で白黒に変換された画像の境界線抽出です。いろいろな方法が考えられるので詳細は省略しますが、関連する単語を並べただけのような答案が多かったことだけを報告しておきます。1級では、理論として一貫した説明が出来るようであればいけません。

この問題の平均点は27.0点です。

[制御部門]

53名が受験して合格者は11名、合格率は20.4%と情報部門よりも低くなりました。情報部門のところで紹介したようなAランクの受験者は、合格者と同じ11名です。得点のばらつきが多いなど情報部門と同じですが、全問題の平均点は低く28.5点です。

情報部門と同じように、ここでも4問を取り上げて解説しておきます。

問題 1

4桁のグレイ符号を入力して対応する2進数を求めるプログラムの問題です。グレイ符号と2進数には、それぞれ配列 $g[4]$ と $b[4]$ が使われています。問題は三つに分かれていて、(ア)ではプログラムの内容を説明した文の空所を埋めます。中心となるのはプログラム中の二つの文「 $b[3]=g[3]$ 」と「 $b[i]=b[i+1]^g[i]$ 」です。 $b[3]$ と $g[3]$ が MSB であることは print 文から分かるので、2進数の MSB にはグレイ符号の MSB をそのまま使います。次のビットからは2進数のビット ($b[i]$) に隣接する上位ビット ($b[i+1]$) と対応するグレイ符号のビット ($g[i]$) との排他的論理和 (^) をとります。このとき、2進数の上位ビットは前の操作で「求めた」ものを使いますが、問題で「変換された」と表現したのは不適切でした。

(イ)ではグレイ符号(1101)に対する10進数が9になるとき、このグレイ符号と1ビット異なる四つの符号に対する10進数を16進数で答えるのですが、(ア)が正しく理解されていないと答えられません。

(ウ)はグレイ符号の特徴と用例で、特徴の「隣接符号とのハミング距離が1である」という意味を正しく表現できた答えはわずかです。用例としては「ロータリーコンバータ」がよいのですが、単に「コンバータ」としたのでは範囲が広すぎて正解にはなりません。他には「PSK(パルス位相変調)」や以前に問題として取り上げた「ハノイの塔」もあります。

この問題の平均点は比較的に高く、50.1点です。

なお、2級制御部門の問題(15)に、この問題とは逆に2進数を入力してグレイ符号を求める問題が解説してあります。

問題 3

論理関数の問題で、論理関数 F の真理値表が示されています。問題は(ア)~(エ)の四つあり、(ア)は関数 F を主加法標準形で書きます。今回の試験ではこの問題の前の **問題 2** に最小項から主加法標準形を求める問題がありますから、参照してください。(イ)は(ア)で求めた式をカルノー図で簡単化する方法、(ウ)ではカルノー図の短所を述べます。カルノー図による簡単化はわかりやすいのですが、4変数までしか使えません。5変数のカルノー図はありますが、関数を表示する

ことは出来ても簡単化に利用することは出来ません。5変数以上の論理関数の簡単化に使われるのが(エ)のクワイン-マクラスキー法で、この方法に依ればすべての主項が確実に求められ、これを基にして必須項が求められます。

以上(ア)から(エ)はデジタル技術の基本的な知識で、解答も概ね良好でした。人工頭脳分野でも論理式の簡単化は重要で、その知見も多くの参考書に書かれています。さらに本試験の名称でもあるデジタル技術としては、論理回路の理論的な興味他に NAND 素子のみで回路を構成するなど実装の問題も重要になります。

この問題は基礎的な問題にも関わらず成績が芳しくなく、平均点も36.8点でした。つい新しい技術に目が向いてしまいがちですが、受験者全員が折に触れて論理回路の復習をすることが望まれます。

問題 4

神経回路網(Neural Network:以下 NN)の問題で、受験者53名中18名が選択しています。基本素子の図が示されていて二つの小問があり、(ア)は「素子の基本動作を述べよ」です。NNは各入力によってその素子に接続されている枝の重みが変わり、その加重和と素子の活性化関数によって出力が決ります。大切なことは各枝の重みの変化が学習に繋がることで、ほとんどの受験者がこのことを理解していないようでした。出来れば、加重和の式まで書いてもらいたいです。活性化関数については出力が0と1になる単位階段関数、シグモイド関数を抽象的に述べた答えはありましたが、これと活性化関数との関連を明確に説明したものはありませんでした。

(イ)は階層型順伝搬型ネットワーク(hierarchical feedforward NN)の意味・構成と役割についての説明です。階層型構成のNNは入力と出力の間に中間層があり、特に複数の中間層を設けることによって非線形分離など複雑な処理が出来るようになりますが、この点に言及した答えはありませんでした。NNで重要な出力と教師信号との差による学習については、学習、誤差、逆伝搬など単語を羅列したのが見られたという程度です。

全体的に曖昧な記述が多く、論理的な回答が出来ていません。

平均点は低く、21.1点です。

問題 6

与えられているデジタルシステムのブロック図に関する問題で、53名中34名に選択されています。小問は3問で、(ア)では図から状態方程式と出力方程式を求めます。結果だけを示すと、下のようになります。

$$x_1(k+1) = \alpha x_1(k) + \beta x_2(k) + u(k), \quad x_2(k+1) = \gamma x_1(k) + \delta x_2(k) \\ y(k) = \gamma x_1(k) + \delta x_2(k)$$

この問題は、よくできていました。

(イ)は(ア)で求めた式の z 変換です。時間関数 $x(k+1)$ の z 変換が $zX(z)$ になることを知っていれば簡単ですが、正しく書けなかった受験者が多く、 $X(z+1)$ という式を書いた受験者が多く見られました。意味のない式です。

(ウ)では係数 $\alpha \sim \delta$ に与えられた数値を入れてシステムのパルス伝達関数 $G(z)$ を求めます。(イ)までの結果が正しくないと、正解は求められません。求める伝達関数は

$$G(z) = \frac{Y(z)}{U(z)} = \frac{z}{z^2 + 3z + 2} = \frac{2}{z+2} - \frac{1}{z+1}$$

となります。

この問題は成績が悪く、60点を越えた答案はありません。平均点も、49.6点です。

z 変換はデジタル制御理論では重要ですが、この試験では基本的なこと以外あまり出題されていません。出題者に与えられた今後の課題です。

【2級の試験結果】

〔情報部門〕

巡回符号の生成多項式や数値計算のアルゴリズムなど、基礎的な問題ができていません。プログラミングの問題は成績がよかったのですが、全体的にやや難しく出題範囲も広がったのかも知れません。正解よりも誤答の方が多かった問題が3問ありましたので、これらの問題を中心に5問を解説します。

(3)巡回符号の問題で、前問の(2)では生成行列を使いましたが、ここでは生成多項式です。一般には生成行列による符号と生成多項式による符号とは同じ情報ビットに対する符号が異なりますが、中には同じ符号になるものがあります。小問は2問ですが、(ア)では前問で求めた情報ビット(110)に対する符号(1010)は生成多項式を用いて求めても同じものになるので、

このことを利用して生成多項式を求めます。方法は(1010)に対する符号多項式 x^3+x を(110)に対する情報多項式 x^2+x で割るのですが、この場合は割り切れることが分かっていますから $x^3+x = x^3 + (x^2+x^2) + x = x^2(x+1) + x(x+1) = (x^2+x)(x+1)$ と因数分解して生成多項式 $x+1$ を求めれば簡単です。「符号理論での和は排他的論理和」なので、元の式に2項目として加えた (x^2+x^2) が0になることに注意してください。

(イ)ではこの生成多項式によって得られた符号(1111)(符号多項式： x^3+x^2+x+1)に対する情報多項式を求めるのですが、ここでも符号多項式を $x^3+x^2+x+1 = x^2(x+1) + (x+1) = (x^2+1)(x+1)$ のように因数分解して情報多項式 x^2+1 が求められます。(ア)の正解率は47.2%、(イ)は43.9%です。

(6) CPU(Central Processing Unit)とGPU(Graphics Processing Unit)に関する文として正しいものを選びます。CPUはコンピュータ全体の計算処理を行います。GPUは3Dグラフィックスなどの画像の描写に必要な計算処理をします。大きな違いはコアの数で、CPUの数個に対してGPUは数千個のコアを持ち、その特長を生かしてCPUでの連続的な計算処理に対してGPUでは並列的な処理が行われます。正解は「GPUのコア数は、CPUのコア数より圧倒的に多い」ですが、正解率は18.3%で誤答として「CPUは汎用的な処理向きであるが、GPUは画像処理専用である」が69.4%ありました。この問題は誤答の方が多くなることを想定して作られた意地の悪い問題です。

(13)クラウドコンピューティングに関する問題で、七つの文の中からPaaSに関する説明として適切なもの二つを選びます。クラウドコンピューティング(cloud computing)はインターネット(クラウド)経由でコンピューティングサービスを配信するシステムで、PaaS(Platform as a Service)はインターネットを経由してアプリケーション実行用のプラットフォームを提供します。選択肢の中では(イ)の「ソフトウェアの実行環境を操作できるようにしたサービス」と(カ)の「コンピュータにOSやミドルウェア、プログラミング言語処理系などを導入済みの環境を契約者に遠隔操作できるようにしたサービス」がこれに当たります。

問題に書かれているPaaS以外の二つのサービ

スについて、該当する問題の文を挙げておきますので、参考にしてください。

IaaS (Infrastructure as a Service) : ハードウェアやインフラストラクチャの提供で(ウ)と(エ)。

SaaS (Software as a Service) : ソフトウェアパッケージの提供で(ア)と(キ)。

上の三つのサービスを含む「~aaS」(~as a Service)を総称して、XaaS と書くことがあります。

クラウドコンピューティングにはいろいろなメリットがありますが、デメリットとしては「重大な機能障害の発生することがある」、「攻撃を受けやすくセキュリティ上の問題がある」、「カスタマイズが困難である」などが挙げられます。

正解率は38.2%ですが、二つを組み合わせで答えるので正解率は低くなります。

(15) 七つの選択肢の中から、UML 図ではないものを答えます。UML 図はオブジェクト指向のソフトウェア開発用のモデリング言語 UML (Unified Modeling Language) に使われる図で、9 図あります。問題の選択肢には「クラス図」「流れ図」「ユースケース図」「シーケンス図」「アクティビティ図」「オブジェクト図」「配置図」の7 図が挙げられていますが、UML 図に無いのは「流れ図」です。正解率は低く31.2%で、「配置図」とした誤答が48.8%ありました。「流れ図」はよく使われているのでUML 図にもあると思い、逆に「配置図」は普通に使われる言葉なのでUML 図にはないと思ったのでしょうか。ただしUML 図での配置図は「物」の配置を示した図ではなく、ハードウェアまたはソフトウェアをノードとしてその間の関連をノード間の直線で表現した図です。

なお、選択肢に挙げられていないUML 図は「コラボレーション図」、「状態遷移図」、「コンポーネント図」です。

(16) 数値計算のアルゴリズムです。問題に挙げられた五つの処理を、効率よく行うために最も適切なアルゴリズムあるいは計算法を答えます。簡単に結果だけを示すと、

整数Nの平方根の計算(ニュートンラプソン法)

文字列をキーとする大規模辞書検索(2分探索法)

ネットワークにおける最短経路探索(ダイクストラ法)

データのクラスタリング(k-means 法)

素数判定(フェルマーテスト)

となりますが、正解率はどれも低く31.9%~

37.2%の間です。最近では、数値計算のプログラムを自分で作る機会が少ないからでしょうか。

五つの中から「データのクラスタリング」と「素数判定」について極簡単に解説しておきます。「データのクラスタリング」に用いられる「k-means 法」はデータをいくつかのクラスタに分けて、各クラスタの平均である重心間の距離を用いてデータを分類する方法です。また「素数判定」としては「エラトステネスの篩」がよく知られていますが、これはある数に対して判定結果を「素数である」と決定的に答える「決定的素数判定法」です。この問題にある「フェルマーテスト」はフェルマーの小定理「 p を素数とし、 a を p と互いに素の整数とするとき、 $a^{p-1} \equiv 1 \pmod{p}$ が成り立つ」の対偶を用いて判定し、結果を「素数ではないか」と曖昧に答える方法で「確率的素数判定法」と呼ばれています。何故「確率的」なのかというと、フェルマーテストを通過して「素数ではないかと判定される合成数(カーマイケル数)」が無数に存在するからです。

なお、正解として使われない選択肢は「シンプソン法：面積計算」「ハフマン法：データ圧縮」「ホーナー法：多項式計算」「モンテカルロ法：面積計算」です。

[制御部門]

全体としては成績がよかったのですがプログラムの問題の成績が悪く、誤答が正解よりも多い問題がありました。ここでは、この問題を含めて4問を取り上げます。

(7) 順序回路の問題で、与えられた2状態の順序回路の状態遷移図から(ア)では入力系列に対する出力系列、(イ)では出力系列に対する入力系列を求めます。与えられているのはミーリー型の順序回路ですから、それぞれの遷移を示す矢印に書かれた(入力/出力)の分子または分母をたどっていけばいいはずですが、(ア)(イ)にそれぞれ2問ずつありますが、(ア)の正解率は66.6%と61.2%で、(イ)の方はこれよりも低く49.2%と49.5%でした。(イ)の方が低かった原因は分かりませんが、(ア)の初期状態が S_0 であるのに対して(イ)では初期状態を S_1 に変えてあるので、気がつかない受験者があったのかも知れません。

順序回路の状態遷移図に関しては、ミーリー型とムーア型の違いなども理解しておいてください。

(9) 遅延要素のブロック図が与えられていて、(ア)はその伝達関数、(イ)は名称を答えます。(イ)の

名称については正解率も高く72.2%でしたが、(ア)の伝達関数の方は39.0%です。

入力 $f(t)$ のラプラス変換を $F(s)$ とするとき、遅延時間 L の出力 $f(t-L)$ のラプラス変換は $F(s)e^{-Ls}$ となりますから、求める伝達関数は「 e^{-Ls} 」になります。デジタル技術の検定試験ですから、デジタルシステムでの遅延要素の(パルス)伝達関数が「 z^{-1} 」で表されることも記憶しておいてください。

(13) デジタルシステムのブロック図が示されていて、(ア)ではそのパルス伝達関数、(イ)では図中の係数 $A \sim C$ に数値を代入した状態方程式・出力方程式について、同じようにパルス伝達関数を求めます。

(ア) ブロック図の入力と出力にあるブロックの B と C はそのまま伝達関数に掛ければよいので、求めるのは中央のフィードバックループを持つ部分の伝達関数だけです。この伝達関数は連続系の伝達関数と同じように求められて、 $z^{-1}/(1-Az^{-1})=1/(z-A)$ となりますから、全体としてのパルス伝達関数はこれに BC を掛けた $BC/(z-A)$ です。正解率は59.6%でした。

(イ) は(ア)の結果に数値を代入するだけです。説明は省略しますが、式の整理の仕方を変えて $6z^{-1}/(1-4z^{-1})$ が正解となっています。正解率は56.7%です。

(15) 4桁の2進数($b_3 b_2 b_1 b_0$)を入力してこれに対するグレイ符号($g_3 g_2 g_1 g_0$)を求めるプログラムについて、変換の手順を説明した文『変換する2進数と、変換する2進数を(34)に1ビットシフトして(35)に0を付けたものとの、ビットごとの(36)をとる。』の空所を埋める問題です。プログラムの方を見ましょう。

まず入力の2進数と結果としてのグレイ符号には配列が使われていますが、それぞれ $b[5]=\{0\}$ 、 $g[4]$ と定義されています。4桁の2進数に要素が5の配列が使われ、0に初期化されている点に注意してください。この配列に2進数を入力する文では、 $\text{for}(i=3;i \geq 0;i--)$ となっていますから、2進数は上位ビットから順に $b[3]b[2]b[1]b[0]$ に記憶されます。 $b[4]$ には初期化によって0が記憶されているので、配列の内容は $\{0, b_3, b_2, b_1, b_0\}$ となって「2進数を右に1ビットシフトして先頭に0をつけたもの」になります。

変換は $\text{for}(i=3;i \geq 0;i--)\{g[i]=b[i]^b[i+1]\}$ ですから、配列の要素で具体的に書くと下のようになります。

$$g_3=b_3^0=b_3, \quad g_2=b_2^b_3, \quad g_1=b_1^b_2, \quad g_0=b_0^b_1$$

上の結果から与えられた文は『変換する2進数と、変換する2進数を(右)に1ビットシフトして(先頭)に0を付けたものとの、ビットごとの(排他的論理和)をとる。』となるのが分りますが、34「右」の正解率が46.5%で、誤答の「左」が50.0%ありました。35と36の正解率はそれぞれ51.9%と49.2%です。

なお、1級制御部門の問題1では、この問題とは逆に入力したグレイ符号から対応する2進数を求める問題が解説してあります。

【3級の試験結果】

試験の結果では成績もよく、正解を上回る誤答があったのも1問だけでした。ここでは、比較的成績の悪かった問題の中から4問を選んで解説しておきます。

(3) 五つの選択肢の中から、TTL IC と比較した CMOS IC の一般的な特徴として誤っているものを答えます。TTL IC は二つのトランジスタを縦続接続して論理素子として使用するもので、初期の半導体論理素子として広く使われていました。また CMOS IC は P 型と N 型の MOSFET を直列に接続し、相補的(交互に切り替えて使う)に利用する論理素子で、高集積化が可能で使用できる電圧の範囲が広く、雑音に強い等の特徴があります。また、TTL IC には常時電流が流れています。CMOS IC では P 型と N 型を切り替えるときにだけ電流が流れるので、消費電力の少ないのも特徴です。その反面、静電気のような高い電圧(数100V~数1000V)によって静電破壊を起こすので、取り扱いには注意が必要です。

以上のことから、選択肢の中で誤っているのは「消費電力が大きい」と「静電気に強い」の二つです。二つを同時に答えるのでどちらかを間違えたかは分かりませんが、正解率は56.2%となっています。

(8) 10進カウンタの問題です。Tフリップフロップ(以下 T-FF)を4個縦続接続した回路が与えられていて、描かれていない一部の結線を加えて10進カウンタとしての回路を完成します。

T-FF は1が入力されると状態が反転しますから、4個の T-FF の状態(出力)を($Q_3Q_2Q_1Q_0$) (図の右が上位ビットであることを注意してください)とし

たとき縦続接続した回路は初期状態(0000)から15番目の入力で(1111)になり、次の入力で(0000)に戻ります。

この回路を10進カウンタにするためには、9番目の入力で状態が(1001)になっているとき、次の入力で(0000)に戻る必要があります。このためには、次の入力で Q_3 と Q_1 が1になることを使って回路をリセットします。図ではリセット端子にNAND素子の出力が接続されていますから、このNAND素子の入力に Q_3 と Q_1 を入力するような回路構成が正解です。正解率は69.1%です。

(9)CPI=4、1命令あたりの平均実行時間=40 nsのマイクロプロセッサについて(ア)はMIPS値、(イ)では動作クロック周波数を求めます。CPIは(Clocks Per Instruction)の略で1命令あたりに必要なクロック信号のサイクル数、MIPSは(Milion Instruction Per Second)で1秒間に実行できる命令の数を100万単位で表したものです。このマイクロプロセッサのCPIは4で1命令あたりの平均実行時間が40 ns(40×10^{-9} s)ですから、1秒間に実行できる命令の数は $1/40 \times 10^{-9} = 0.025 \times 10^9 = 25 \times 10^6$ となり、MIPS値として100万(10^6)単位で表すと25が正解です。正解率は35.0%で、10という誤答が49.8%ありました。命令の実行時間40 [ns]をCPIの4で割ったのでしょ。

(イ)の動作クロック周波数はMIPS値が(動作クロック周波数)/CPIとなることから、MIPS×CPIとして求められます。(ア)で求めたMIPS値25と、問題に与えられたCPI=4を使えば100 [MHz]になりますから、単位を選択肢の[GHz]に直した0.1 GHzが正解です。正解率は(ア)よりも高く59.4%です。

(13)ネットワークに接続される機器・装置の名称からその機能・用途を説明した文を選びます。機器・装置は三つで、「名称：機能・用途」の形に書くと下のようになります。

ルータ：IPアドレスをもとに通信し、複数の経路から目的の経路を選ぶ機能を持つ。(正解率66.4%)

ハブ：複数のコンピュータをケーブルで接続し、相互に通信ができるようにする装置。(正解率75.3%)

ゲートウェイ：プロトコルの異なるネットワー

クを相互に接続するのに用いられる。(正解率60.8%)

正解として使われない二つの選択肢の文章は「電気信号の反射を防ぐために信号線の末端に接続するもの」と「ケーブルを流れる信号を増幅する装置で、伝送路の長さを延ばすのに用いられる」です。機器の名称は「ターミネータ」と「リピータ」です。

【4級の試験結果】

例年オームの法則や電力など基本的な問題の成績が悪いのですが、今回は論理素子の問題もあまり出来がよくありませんでした。15問の中から、比較的正解率の低い4問を選んで解説します。

(2)前問(1)に、500Ωと1kΩの抵抗を並列に接続してこれに直流電圧 E を加えた回路があります。この回路について500Ωと1kΩの抵抗で消費される電力の関係を説明した文として正しいものを選びます。選択肢は三つで、どの文も「抵抗両端の電圧は同じだから、…」で始まりますから、式を使って考えるときには抵抗 R に消費される電力 W が両端の電圧 E を用いて $W = E^2/R$ で求められることを使います。正解は「…、抵抗の小さい方、500Ωでの消費電力が大きい。」ですが、現象としては直感的に「抵抗が小さいから流れる電流が大きい」と考えられることが重要です。正解は半数をわずかに超えた51.2%です。誤りとなる残りの選択肢は「…、抵抗の大きい方、1kΩでの消費電力が大きい。」と「…、消費電力はどちらも同じである。」です。

抵抗の消費電力を求める式は、抵抗に流れる電流を I として $W = EI$ 、 $W = I^2R$ となることも覚えておきましょう。

(5)1バイトの2進数で表すことのできる、最も小さい値と最も大きい値を求めます。1バイトが8ビットであることを知らないと答えられません。最も小さい数は「0」ですが、「1」と間違えないように。正解率は77.2%です。最も大きい数は「11…1」と1が八つ並びますから、10進数では2の8乗で256になると思うのは間違いです。1ビットでは「256個の数を表すことができる」のですが、その中には0も含まれるので数値としては一つ小さい「255」とするのが正解です。正解率は51.2%で、やや低くなりました。

(7)符号化の問題でA~Dの四つの文字を3ビットの符号で表します。問題には上位(左から)2ビットが示されていて、最後(右端)のビットを符号が「奇数

パリティ符号」になるように求めます。「奇数パリティ符号」というのはどの符号も1の数が奇数になるような符号で、この符号を受信したときに1の数が偶数であれば誤った符号であることが分ります。ただし、誤りの位置は分りません。簡単な問題なのに正解率は低く、一つだけは正解率69.1%ですが他の三つはいずれも50%台です。「奇数パリティ符号」の意味が分らなかったのでしょうか。

「奇数パリティ符号」と同じように、符号に含まれる1の数が偶数になる「偶数パリティ符号」もあります。同じ問題で、答えを考えてみてください。

(12) 排他的論理和素子の問題です。(ア)は真理値表で、二つの入力AとBのどちらか一つだけが1のときの出力Zが1で、二つとも0または1のときにはZが0になるのが正解です。論理和は $A=B=1$ のとき $Z=1$ ですが、「排他的」ですから相手(例えばB)が自分(A)と同じ値になるのはいやなのです。(イ)は図記号です。排他的論理「和」なので、「論理和(OR)」の図記号の入力に円弧を書き加えたもので、1が二つ入力されるのを拒否しているようです。

なお、排他的論理和(Exclusive OR)は略してEORと書かれます。

基本的な問題ですが正解率はあまり高くなく、(ア)では66.7%、(イ)は65.0%でした。

(デジタル技術検定・中央試験委員会)