

まえがき

第1部 本書の使い方

- 第1章 試験制度の概要 8
- 第2章 エンベデッドシステムスペシャリスト試験の
出題ポイント 20
- 第3章 本書の学習方法 24
- 第4章 エンベデッドシステムスペシャリスト試験に
関連する表記ルール 26

第2部 午前II（専門知識）試験の対策

- 第1章 午前II（専門知識）問題の学習にあたって 34
- 第2章 論理回路 35
- 第3章 入出力とバスアーキテクチャ 66
- 第4章 A/D変換とD/A変換 87
- 第5章 センサとアクチュエータ 103
- 第6章 制御機能 122
- 第7章 リアルタイムOSの機能 132
- 第8章 組み込みシステムの基礎知識 160

第3部 午後Ⅰ試験の対策

- 第1章 午後Ⅰ・Ⅱ記述式問題の解法ポイント.....196
- 第2章 共通問題.....222
- 第3章 ソフトウェア分野の問題.....278
- 第4章 ハードウェア分野の問題.....341

第4部 午後Ⅱ試験の対策

- 第1章 ハードウェア分野の問題.....418
- 第2章 ソフトウェア分野の問題.....521

索引

著者紹介

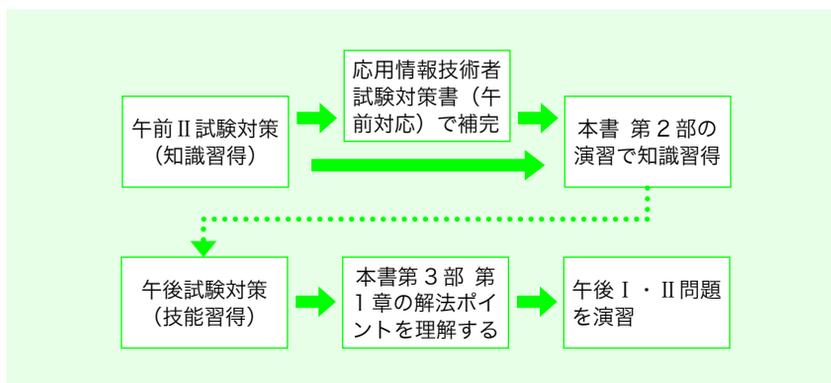
商標表示

各社の登録商標及び商標、製品名に対しては、特に注記のない場合でも、これを十分に尊重いたします。

本書の学習方法

本書は、「専門知識と午後問題の重点対策」という書名が示すように、午前Ⅱ試験で必要とされる専門知識と午後問題の解法ポイントをまとめ、短時間で効率良く試験対策ができるように構成されています。

本書は、午前Ⅱ試験対策と午後試験対策に大きく分かれています。専門知識が不十分な場合は、午前Ⅱ試験対策から始めてください。午前Ⅱ試験対策としては、エンベデッドシステムスペシャリスト試験固有の内容に絞っており、午前Ⅱ試験のうち技術レベル3のもの（例えば、一般的なコンピュータハードウェア、OS 関連など）は含めておりませんので、応用情報技術者試験などの対策書を利用して知識を補完してください。



(1) 本書の構成

第2部の午前Ⅱ試験対策では、過去に出題された定番的な問題を、第2章から第8章までの七つに分類し、各章に学習目標を示した上で先に問題を解く形式で解説を進めます。第8章では、過去に出題された問題以外に、午前問題の形式で典型的な計算問題も収録しています。この計算問題は、どちらかというとも午後試験対策向けになります。

第3部の午後Ⅰ試験対策では、第1章で午後Ⅰ・Ⅱ記述式問題の解法ポイン

◆基礎的な数学の公式

ここで、解答に必要な中学、高校で学ぶ数学の基礎的な公式の一部をまとめさせていただきます。

〔ピタゴラスの定理と三角関数〕

直角三角形の3辺の長さについて

$$a^2 + b^2 = c^2$$

が成り立つ。三平方の定理ともいう。

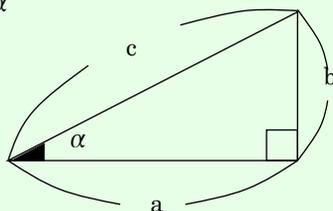
$$\sin \alpha = \frac{b}{c} \quad b = c \times \sin \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{a}{c} \quad a = c \times \cos \alpha$$

$$\tan \alpha = \frac{b}{a}$$

$$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$



〔指数と対数〕

$$a^m \times a^n = a^{m+n}$$

$$(a^m)^n = a^{mn}$$

$$(ab)^n = a^n b^n$$

$$a^m \div a^n = a^{m-n}$$

$$\log_a 1 = 0$$

$$\log_a a = 1$$

$$\log_a m + \log_a n = \log_a mn$$

$$\log_a m - \log_a n = \log_a \frac{m}{n}$$

$$\log_a m^p = p \log_a m$$

〔Σの公式〕

$$\sum_{k=1}^n k = \frac{1}{2} n(n+1)$$

$$\sum_{k=1}^n k^2 = \frac{1}{2} n(n+1)(2n+1)$$

[データの代表値]

- ・ **中央値** (メディアン) : 値を大きさの順に並べたときの中央にくる値。
値の個数が偶数の場合は、中央の隣り合う二つの値の平均値。
例えば、次のようになります。

$$\begin{aligned} 1, 3, 4, 6, 7 &\rightarrow 4 \\ 1, 3, 4, 6, 7, 9 &\rightarrow 5 = \frac{(4+6)}{2} \end{aligned}$$

- ・ **平均値** (算術平均値) : $\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n a_k$
- ・ **移動平均値** : 時系列データの平均値です。10 日前からの平均値, 1 か月前からの平均値のように使い分けます。

[順列・組合せ]

- ・ **順列** : n 個の区別できるものの中から, r 個を取り出して 1 列に並べることを

n 個のものから r 個とった順列

といいます。その並べ方を ${}_n P_r$ で表します。

$${}_n P_r = n \times (n-1) \times (n-2) \times \cdots \times (n-r+1)$$

又は、階乗の記号! (n の階乗: $n! = 1 \times 2 \times 3 \times \cdots \times n$) を使うと

$${}_n P_r = \frac{n!}{(n-r)!}$$

となります。

- ・ **組合せ** : 一般に n 個の区別できるものの中から, r 個を取り出す (順序は考えない) ことを

n 個のものから r 個とった組合せ

といい, その並べ方を ${}_n C_r$ で表します。

$${}_n C_r = \frac{{}_n P_r}{r!} = \frac{n!}{(n-r)! r!}$$

2.2 フリップフロップ

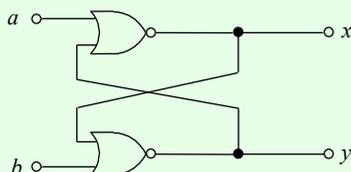


演習問題 ● Exercise

問1 Ⅲ

図の回路において出力が $x=0, y=1$ である状態から、 $x=1, y=0$ に変える入力 a 及び b の組合せはどれか。ここで、 は否定論理和を表す。

(H19 春-ES 問15)



- ア $a=0, b=0$ イ $a=0, b=1$ ウ $a=1, b=0$ エ $a=1, b=1$

解説 (フリップフロップ回路)

図の回路を RS フリップフロップ又は RS ラッチといいます。RS は Reset と Set の略です。まず、図のフリップフロップ回路で、図中の論理回路の素子を上から順にゲート A、ゲート B とし、 $x=1, y=0$ となったときの入力 a と b に許される値を、否定論理和の真理値表を見ながら選択肢ごとに確認していきましょう。

ア： $a=0, b=0$ のとき、ゲート A の入力は $(0, 0)$ となり、 $x=1$ を満たします。ゲート B の入力は $(1, 0)$ となり、やはり $y=0$ を満たします。

イ： $a=0, b=1$ のとき、ゲート A の入力は $(0, 0)$ となり、 $x=1$ を満たします。ゲート B の入力は $(1, 1)$ となり、やはり $y=0$ を満たします。

ウ： $a=1, b=0$ のとき、ゲート A の入力は $(1, 0)$ となり、 $x=0$ で条件を満たしません。

エ： $a=1, b=1$ のとき、ゲート A の入力は $(1, 0)$ となり、 $x=0$ で条件を満たしません。

この入力の組合せは、真理値表にも示すように通常禁止とします。その理

午後I・II記述式問題の解法ポイント

午後試験は、午後I試験・午後II試験の二つの試験で構成されています。合格するためには、午後I試験・午後II試験のそれぞれに対して基準点以上の得点を取る必要があります。基準点は、本書の第1部の第1章 試験制度の概要にも記されているように、**100点満点で60点**です。すなわち、午後I試験・午後II試験のそれぞれに対して60点以上の得点が得られれば合格するということになります。試験では100点を取る必要はありません。**70点**ぐらいを目標にして学習しましょう。

午後I試験は、午後II試験に比べて若干解きやすい問題が多いように感じますが、出題される問題そのものには午後I試験・午後II試験で違いがあるようには思えません。おおまかにいうと問題量と解答時間が違うだけです。そこで、午後I試験・午後II試験をまとめて、その解法ポイントを解説します。

午後I試験は、必須問題が1問と1問選択の選択問題が2問の合計3問、午後II試験は、1問選択の選択問題が2問出題されています。選択問題は、ハードウェア分野とソフトウェア分野それぞれ1問で合計2問の出題です。当然、自分の得意分野の問題を選択することでしょう。しかし、学習の際は分野を特定せず、共通する内容も多いので、ぜひ**両分野の問題を解いてみてください**。

現在、エンベデッドシステムは様々な製品に使われています。そのため、出題される問題の題材も携帯インターネットテレビ、ガスメータ、天体望遠鏡、電気自動車、宅配荷物受取システム等あらゆる商品・システムがその対象となっています。しかし、題材になっている商品・システムの専門的な知識は特に必要ありません。問題を解くために必要な知識・情報は問題文の中に記載されているというのが、午後試験の特徴となっています。極端な言い方をすると、**問題の解答は問題文の中にある**と言ってもよいでしょう。

この観点から見ると、午後試験の解法ポイントは、問題文を短時間で読みこなし、その内容を理解することができるエンベデッドシステムの基本的な学力を身に付けるということになるでしょう。

過去に出題された問題を分析してみると、問題の出題者は、題材となっているシステムにある程度携わっていた経験者であるような印象を受けますが、問

第2章

共通問題



問1

レーザー加工機

(H24 春・ES 午後I問1)

レーザー加工機に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

A社は、レーザー加工機（以下、加工機という）の開発を行っている。加工機の構成を図1に示す。

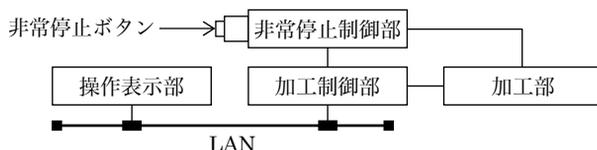


図1 加工機の構成

オペレータの操作によって、始めに、操作表示部から加工制御部に、加工対象の金属板（以下、金属板という）の種類、厚み、切断開始座標、切断終了座標、切断形状などから成るデータ（以下、加工データという）を送信する。次に、切断の開始指示（以下、開始指示という）及び切断の終了指示（以下、終了指示という）を操作表示部から加工制御部に送信する。

加工制御部は、操作表示部からの指示を受信すると、加工データに従って、加工部に切断の指示を出す。加工部は、加工制御部からの指示に従って金属板を切断する。

非常停止制御部は、金属板の切断中であっても、非常停止ボタンが押されると加工機を停止させる。

(解答用紙)

拡大コピーして活用してください。

設問1	(1)	回																				
	(2)																					
設問2	(1)	kバイト																				
	(2)	ビット																				
	(3)																					
設問3	(1)	a																				
	(2)	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">表示</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">シリアル通信</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">メイン</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">観測</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">雨量計測</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">センタ通信</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">データ管理</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">温湿度計測</div> </div>																				

【解説】

気象観測システムに関する問題です。システムは複数の観測装置と観測センタ（以下、センタという）で構成されています。センタと観測装置は無線通信で接続されていて、センタはポーリング方式で観測装置から観測データを読み取ります。観測装置の送信不可を判断するアルゴリズム、データ量の計算、観測データの保存と読出し、タスク構成図の完成などの設問で構成されています。問題そのものは比較的易しいのですが、ケアレスミスをしないように慎重に問題文を読む必要があります。

〔設問1〕

気象システムの仕様に関する設問です。

- (1) 観測装置が送信不可の状態であるかどうか、センタ側から判断するアルゴリズムに関する問題です。

観測装置は、電池の放電容量が設定されている下限値未満になると送信不可となります。観測装置は送信不可状態になる前に送信不可のメッセージをセンタへ送信しますが、「センタがそのメッセージを受信できなかった場合、センタは、1回目の送信要求の再送信から数えて送信要求を何回送信すると、送信不可のメッセージを送信した観測装置が動作していないと判断できるか。観測データを送信できる9台の観測装置に対するそれぞれの送信要求も含めて、送信要求の最少送信回数を答えよ」というのが本問です。

観測装置は全部で10台あります。

〔気象システムの動作概要〕の(1)センタの動作概要の(a)には「送信要求を送信した後、1秒経過しても観測データを正しく受信できなかった場合は、その観測装置に送信要求を再送信する。送信要求の再送信は2回まで行う」とあり、(b)には「さらに、10分後に送信要求をした後の送信要求の再送信を2回行っても観測データを正しく受信できなかった場合、その観測装置は動作していないもの……」と記述されています。

動作していない観測装置をAと呼ぶことにします。上記のセンタの動作概要の記述から、Aが動作していないと判断するまでの手順を追ってみると、次のようになります。

- ① Aに送信要求
- ② Aに送信要求の再送信を2回送信
- ③ 9台の観測装置に送信要求
- ④ 10分後にAに送信要求
- ⑤ Aに送信要求の再送信を2回送信

- ・温湿度計測：表3に「結果を観測タスクに通知する」とあります。したがって、温湿度計測と観測を線で結びます。
- ・観測：表3に「メインタスクとデータ管理タスクに通知する」とあります。したがって、観測とメイン、観測とデータ管理を線で結びます。
- ・表示：表3に「メインタスクからの指示に基づいて、表示処理を行う」とあります。したがって、表示とメインを線で結びます。
- ・メイン：表3の機能概要には特に他のタスクとの具体的な関連は記述されていませんが、「システム全体の管理を行う」、「センタに送信するデータの形式を整える」と記述されています。センタに送信するデータは保存用メモリに格納されているものです。保存用メモリは、データ管理で管理されているものと推定できます。そうすると、センタに送信するデータはデータ管理からメインに転送されて、センタ通信に送られるものと考えられます。したがって、メインとデータ管理も線で結ぶ必要があります。

【解答例】

[設問1] (1) 14 (回)

- (2) 観測したデータを直ちに保存すると、送信が成功したとき、次の観測データ送信時に、その観測データがセンタに送信されないから

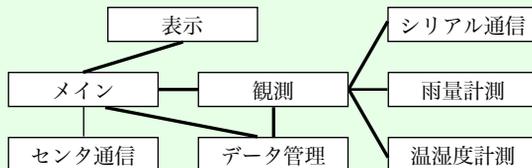
[設問2] (1) 79.2 (k バイト)

(2) 9 (ビット)

- (3) カウンタの値を2回読み、それらが同じ値になるまで繰り返す処理

[設問3] (1) 送信不可のメッセージ

- (2) 次の図の太線が解答となる。



ソフトウェア分野の問題



問 1

省エネ対応の自動販売機

(H26 春・ES 午後I 問2)

省エネ対応の自動販売機に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

B社は、省エネ機能搭載の自動販売機（以下、自販機という）の開発を行っている。自販機の外観とシステム構成を、図1に示す。

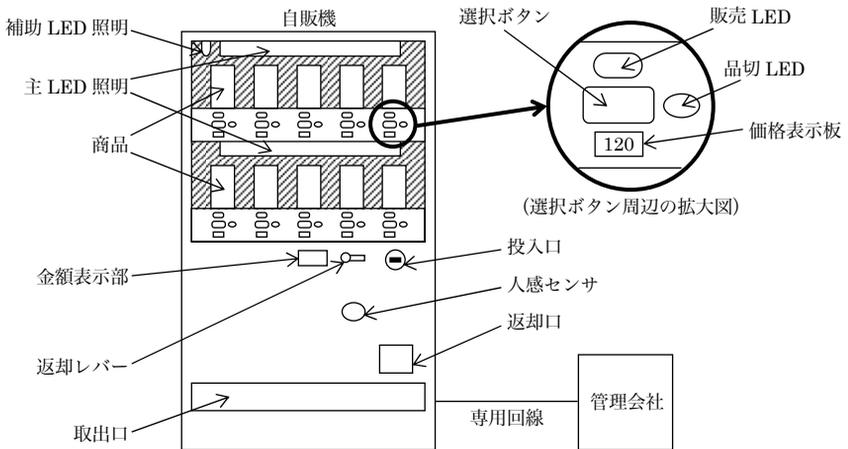


図1 自販機の外観とシステム構成

第4章

ハードウェア分野の問題



問 1

改札機用乗車券処理装置

(H27 春・ES 午後1問3)

改札機用乗車券処理装置に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

C社は、改札機用乗車券処理装置を開発している。改札機用乗車券処理装置は、磁気式乗車券（以下、券という）を処理する券処理ユニットと、無線式乗車券（以下、カードという）を処理するカード処理ユニットなどから構成されている。

改札機用乗車券処理装置の構成を、図1に示す。

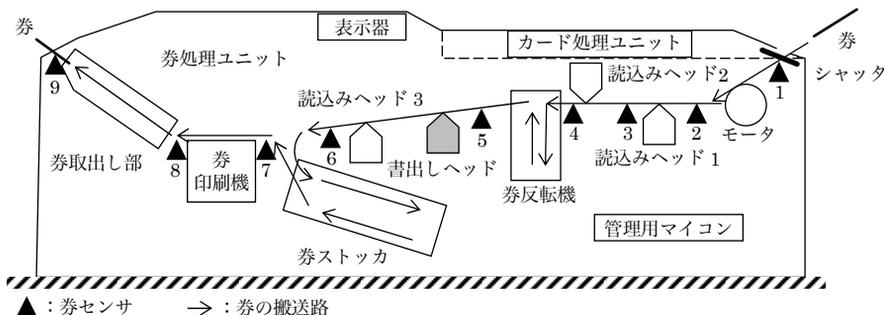


図1 改札機用乗車券処理装置の構成

〔券処理ユニットの概要〕

- ・券には券種、乗車駅情報、券の金額、有効日などの情報が記録されている。
 - ・券の搬送速度は250cm/秒、券の長さは5cmであり、券の裏面の全長にわたって、データが1mm当たり4ビットの均一な密度で記録されている。
- 券処理ユニットの主な構成要素の機能を、表1に示す。

3.
午後I
試験

第1章

第2章

第3章

第4章

◆ 関連知識—— RTOS のシステムコール

ソフトウェア中心の午後Ⅱ問題で RTOS システムコール一覧を示し、設問の中で該当するシステムコールを答えさせるのが定番問題の一つでしたが、平成 22 年度の午後Ⅱ問題から RTOS システムコールを使った内容は出題されていません。

表 試験の RTOS のシステムコールと現在の試験との関連

機能分類	システムコール名	現在の試験との関連（平成 22 年度春期以降）
タスクの 起動・終了	act_tsk	タスクの起動，終了，異常終了に関する具体的な内容の出題は，これまでほとんどありません。
	ext_tsk	
	abo_tsk	
イベント フラグ	set_evf	RTOS 固有のイベント伝達の方法であり，PC 向けの汎用的な OS では使われないため，すなわち組込み OS ≠ RTOS という現状では，RTOS 固有の題材として試験には不向きということかもしれません。
	clr_evf	
	wait_evf	
	poll_evf	
	get_evf	
セマフォ	get_sem	セマフォは，現在では PC の汎用的な OS，RTOS などに共通する機能とされて，資源の排他制御の標準的な機能として扱われており，ほとんど毎回出題されます。ただし，具体的なシステムコール名あるいはその詳細機能を覚える必要はありません。P 操作，V 操作という名前も午後試験では使用されていません。
	poll_sem	
	rel_sem	
メール ボックス	send_mbx	現時点の試験では，タスク間のコミュニケーションには，特に断りがなくても，このメールボックスに相当する機能が使われていることが前提です。ただし，具体的なシステムコール名あるいは詳細機能を覚える必要はありません。
	recv_mbx	
	poll_mbx	
遅延	dly_tsk	ディレイ（delay）あるいはスリープ（sleep）などの機能は，どの OS にも共通の機能であり，出題される可能性はありますが，具体的なシステムコール名は覚える必要はありません。
メモリ 獲得・解放	get_mem	メモリ管理の機能は，出題される可能性はありますが，具体的なシステムコール名あるいは詳細機能は覚える必要はありません。
	rel_mem	

試験で示されていた RTOS システムコールは，もともと ITRON のシステムコールを少し簡略化したような試験向けの仮想の RTOS システムコールでした。一方，現在では，組込み機器で採用される OS は必ずしも RTOS だけではなくなりつつあり，Windows や Linux などの PC 向けの汎用的な OS を採用する例も多くなりつつあります。例えば，カーナビな

数字

1 相励磁	119
1-2 相励磁方式	119
2 相励磁	119
3 ステートバッファ	44

A

A/D 変換	98
Ah (アンペアアワー)	171
AND 回路	38, 40

B

bluetooth	177
-----------	-----

C

CAN	175
CdS	111
CMOS	37, 172
CSP	183

D

D/A コンバータ	100
D/A 変換	100
DAC	100
DC 電源線	167
DMA	76
DMAC	76
DMA 制御方式	77
DSP	131
D 動作	123
D フリップフロップ	50

E

EMI	170
EV	416

F

FPGA	178, 179
------	----------

G

GND 線	167
GPS	193

I

I ² C バス	69
I/O マップド I/O 方式	76
ICE	164
I 動作	123

L

LED	112
-----	-----

M

MDA	166
-----	-----

N

NAND ゲート	71
NFC	114
NOT (否定) 回路	40, 57

O

OR 回路	40
-------	----

P

PCI Express	68
PCI バス	68
PCM	98
PID 制御	123
PLD	179
PLL	129, 130
PLL 回路	104
PROM	179
PWM	55