

平成 31 年度 春期  
 エンベデッドシステムスペシャリスト試験  
 午後 I 問題

試験時間

12:30 ~ 14:00 (1 時間 30 分)

## 注意事項

1. 試験開始及び終了は、監督員の時計が基準です。監督員の指示に従ってください。
2. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開いて中を見てはいけません。
3. 答案用紙への受験番号などの記入は、試験開始の合図があってから始めてください。
4. 問題は、次の表に従って解答してください。

問題番号	問 1	問 2, 問 3
選択方法	必須	1 問選択

5. 答案用紙の記入に当たっては、次の指示に従ってください。
  - (1) B 又は HB の黒鉛筆又はシャープペンシルを使用してください。
  - (2) 受験番号欄に受験番号を、生年月日欄に受験票の生年月日を記入してください。  
正しく記入されていない場合は、採点されないことがあります。生年月日欄については、受験票の生年月日を訂正した場合でも、訂正前の生年月日を記入してください。
  - (3) 選択した問題については、次の例に従って、選択欄の問題番号を○印で囲んでください。○印がない場合は、採点されません。2 問とも○印で囲んだ場合は、はじめの 1 問について採点します。
  - (4) 解答は、問題番号ごとに指定された枠内に記入してください。
  - (5) 解答は、丁寧な字ではっきりと書いてください。読みにくい場合は、減点の対象になります。

〔問 3 を選択した場合の例〕

選択欄	
必須	問 1
1 問選択	問 2
	問 3

注意事項は問題冊子の裏表紙に続きます。  
 こちら側から裏返して、必ず読んでください。

問1 気象観測・予測システムに関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

A社は、デジタル百葉箱を使って気象データを収集し、局地的大雨などの気象の予測を行う気象観測・予測システムを開発している。気象観測・予測システムは、担当するエリアの気象の観測・予測のほか、インターネットを介して、外部の研究機関及び気象データを利用する企業に、気象データ及び予測結果の提供も行う。

気象観測・予測システムは、気象データを収集するデジタル百葉箱、データを中継するアクセスポイント、データを蓄積するサーバ、及びデータを解析して気象の急激な変化を予測したり、各デジタル百葉箱に指示をしたりする分析装置から成る。気象観測・予測システムの構成を図1に示す。

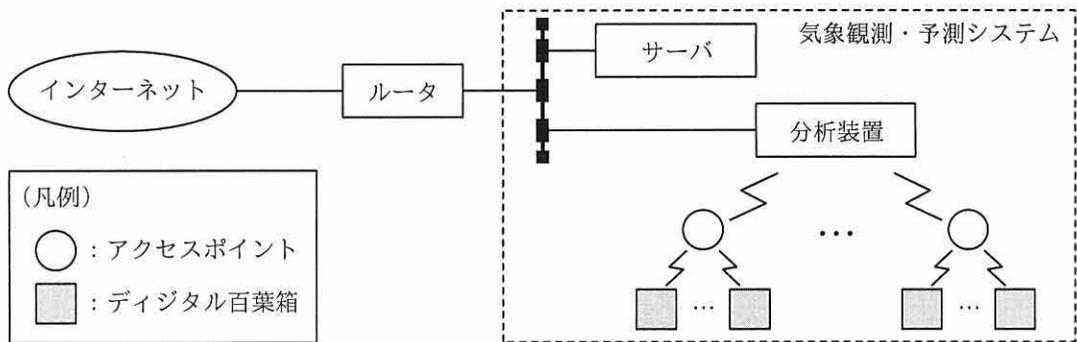


図1 気象観測・予測システムの構成

[分析装置の処理]

分析装置は、デジタル百葉箱の位置情報を保持しており、この情報を基にデジタル地図を作成する。

分析装置は、デジタル百葉箱から周期的に受信した気象データを、サーバに記録するとともにインターネットを介して取得した気象データと併せて、デジタル地図上に展開する。デジタル地図上に展開した気象データの時系列変化から、気象の急激な変化の有無をAIエンジンで予測して、その予測結果をサーバに記録する。また、気象の急激な変化が予測される地点のデジタル百葉箱に対して、データ収集周期を短くしたり、動画撮影を指示したりする。

分析装置は、各デジタル百葉箱と1対1で情報の交換を行う通信(1対1通信)の機能と、全てのデジタル百葉箱に対して一斉に同一情報を伝える通信(同報通

信)の機能をもつ。1対1通信の場合、各デジタル百葉箱に割り当てられた番号を通信IDとして使用する。同報通信の場合、全ビットが1である通信IDを使用する。

〔デジタル百葉箱の構成〕

デジタル百葉箱のブロック図を図2に、デジタル百葉箱の構成要素を表1に示す。

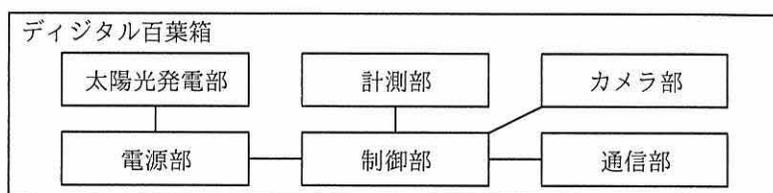


図2 デジタル百葉箱のブロック図

表1 デジタル百葉箱の構成要素

構成要素	説明
制御部	<ul style="list-style-type: none"> <li>・MCU, RAM, フラッシュメモリなどが搭載され、デジタル百葉箱全体を制御する。</li> <li>・MCUには、日付時刻用タイマ(以下、RTCという)が内蔵されている。MCUは、スタンバイ状態になることができ、割込みによってスタンバイ状態が解除される。</li> </ul>
計測部	<ul style="list-style-type: none"> <li>・気温・湿度・気圧センサ及び外付けの風向風速計用のインタフェースを内蔵する。</li> <li>・制御部からの指示で、気温、湿度、気圧、風向及び風速を計測し、これらの情報をまとめて、気象データとして制御部に送信する。気象データのサイズは、32バイトである。この一連の処理での消費電力量は、0.02ミリWhである。</li> </ul>
カメラ部	<ul style="list-style-type: none"> <li>・制御部からの指示で静止画を撮影し、その撮影データを圧縮したデータ(以下、静止画データという)を、制御部に送信する。静止画データのサイズは、1枚当たり6Mバイトである。この一連の処理での消費電力量は、0.1ミリWhである。</li> <li>・制御部からの指示で動画を撮影する。1回の撮影で動画を15秒間撮影し、その撮影データを圧縮したデータ(以下、動画データという)を、制御部に送信する。動画データのサイズは、1回当たり45Mバイトである。この一連の処理での消費電力量は、30ミリWhである。</li> </ul>
通信部	<ul style="list-style-type: none"> <li>・気象データ、静止画データ及び動画データを分析装置に送信する。</li> <li>・分析装置から受信した指示を制御部に通知する。</li> </ul>
太陽光発電部	<ul style="list-style-type: none"> <li>・太陽光から発電可能な太陽電池を搭載している。</li> </ul>
電源部	<ul style="list-style-type: none"> <li>・蓄電池が搭載されており、太陽光発電部が発電した電力を蓄えることができる。</li> </ul>

〔デジタル百葉箱の動作〕

デジタル百葉箱は、蓄電池の電池残量に応じて、通常モード・節電モード・停止モードの三つの動作モードを切り替えながら動作を行う。デジタル百葉箱の動作モードを表2に示す。

表2 デジタル百葉箱の動作モード

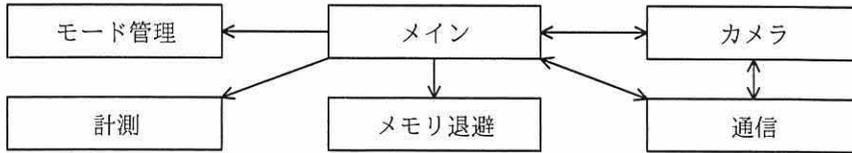
動作モード	蓄電池の電池残量	動作
通常モード	10%以上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 1分周期で、気象データを収集し、カメラで静止画を撮影し、気象データ及び静止画データをフラッシュメモリに保存する。</li> <li>・ 5分周期で、フラッシュメモリに保存された気象データ及び静止画データを、分析装置に送信する。送信したデータをフラッシュメモリから削除する。分析装置からの指示があった場合は、これらの処理周期を1分に変更する。</li> <li>・ 分析装置から動画撮影開始指示を受信した場合、次の処理を行う。               <ol style="list-style-type: none"> <li>① 動画を15秒間撮影する。</li> <li>② 動画データをフラッシュメモリに保存する。</li> <li>③ 動画データを分析装置に送信する。送信したデータをフラッシュメモリから削除する。</li> <li>④ ①～③の処理中に、動画撮影終了指示を受信していた場合は、処理を終了する。動画撮影終了指示を受信していない場合は、①に戻る。</li> </ol> </li> </ul>
節電モード	1%以上 10%未満	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 動画の撮影を行わない。それ以外は、通常モードと同様に動作する。</li> </ul>
停止モード	1%未満	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 1分周期で、RAM上の重要なデータをフラッシュメモリに書き込み、MCUをスタンバイ状態にする。</li> </ul>

〔デジタル百葉箱の制御部のソフトウェア概要〕

デジタル百葉箱の制御部では、リアルタイムOSを使用する。制御部のタスク構造とメッセージ通信を図3に、制御部のタスクの処理概要を表3に示す。

各タスクは、次の二つのイベントで動作する。

- ・ RTCからの1分ごとの割込みによってメインタスクが起床される。メインタスクが各タスクにメッセージを通知して、それぞれのタスクが動作する。
- ・ 分析装置から指示を受信すると、通信タスクが起床される。通信タスクが各タスクに指示を通知して、それぞれのタスクが動作する。



注記 矢印は、メールボックスを使用したタスク間のメッセージ通信の方向を示す。

図 3 制御部のタスク構造とメッセージ通信

表 3 制御部のタスクの処理概要

タスク名	処理概要	Pr <sup>1)</sup>
メイン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ RTC からの 1 分ごとの割込みで起床して次の処理を行う。               <ul style="list-style-type: none"> <li>- RTC から時刻情報を取得する。計測タスク及びカメラタスクに時刻情報を、モード管理タスク及びメモリ退避タスクに動作開始を通知する。時刻情報のサイズは、8 バイトである。</li> <li>- 5 分周期で、通信タスクに時刻情報を通知する。ただし、分析装置からの指示があった場合は、この処理周期を 1 分に変更する。</li> </ul> </li> <li>・ カメラタスクから時刻取得要求を受けると、RTC から時刻情報を取得して、カメラタスクに時刻情報を通知する。</li> <li>・ 通信タスクから時刻設定指示を受けると、指定された時刻を RTC に設定する。</li> </ul>	高
モード管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ メインタスクから動作開始を受けると、蓄電池の電池残量を取得する。電池残量に応じて、動作モードを更新する。</li> </ul>	中
計測	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ メインタスクから時刻情報を受けると、通常モード又は節電モードの場合、計測部から気象データを収集し、時刻情報を付加してフラッシュメモリに書き込む。</li> </ul>	中
カメラ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 時刻取得要求を通知していないときに、メインタスクから時刻情報を受けると、通常モード又は節電モードの場合、カメラ部から取得した静止画データに、時刻情報を付加してフラッシュメモリに書き込む。</li> <li>・ <input type="text" value="a"/> タスクから <input type="text" value="b"/> を受けると、動作モードが <input type="text" value="c"/> モードの場合、次の処理を <input type="text" value="a"/> タスクから <input type="text" value="d"/> を受けるか、動作モードが <input type="text" value="e"/> モードになるまで繰り返す。</li> <li>- メインタスクに時刻取得要求を通知する。メインタスクから時刻情報を受けると、カメラ部から取得した動画データに、時刻情報を付加してフラッシュメモリに書き込む。その後、通信タスクに動画送信開始を通知する。</li> </ul>	中
通信	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 分析装置から指示を受信すると、その指示に対応するタスクに通知する。</li> <li>・ メインタスクからの通知を受けると、通常モード又は節電モードの場合、フラッシュメモリに保存された気象データ及び静止画データを、通信部を介して分析装置に送信する。送信完了後、<input type="text" value="f"/>。</li> <li>・ カメラタスクから動画送信開始を受けると、フラッシュメモリ内の指定された動画データを、通信部を介して分析装置に送信する。送信完了後、<input type="text" value="f"/>。</li> </ul>	中
メモリ退避	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ メインタスクから動作開始を受けると、停止モードの場合、RAM 上の重要なデータをフラッシュメモリに書き込み、MCU をスタンバイ状態にする。</li> </ul>	低

注<sup>1)</sup> Pr は、タスクの優先度（“高”，“中”，“低”のいずれか）を示す。

設問1 気象観測・予測システムについて、(1)、(2)に答えよ。

- (1) 気象データの時系列変化から、気象の急激な変化を予測するには、全てのデジタル百葉箱による気象データの収集時刻が一致している必要がある。RTC の時刻設定において、どの機器がどのような動作をすればよいか。気象観測・予測システムの構成を参考にして、30字以内で述べよ。
- (2) 分析装置は、気象の急激な変化の有無を AI エンジンで予測するために、デジタル百葉箱との通信で用いられる通信 ID に対応する、ある情報を参照する必要がある。どのような情報か。30字以内で答えよ。

設問2 デジタル百葉箱のハードウェアについて、(1)、(2)に答えよ。

- (1) 節電モードにおけるデジタル百葉箱の消費電力量は1日当たり何 Wh か。答えは小数第2位を切り上げて、小数第1位まで求めよ。ここで、制御部の消費電力は平均3ミリW、通信部の消費電力は平均180ミリWとし、計測部及びカメラ部の待機電力は無視できるものとする。また、外付けの風向風速計、太陽光発電部及び電源部の消費電力は無視できるものとする。
- (2) 気象データ、静止画データ及び動画データを保存するのに必要なフラッシュメモリの容量は何 M バイトか。答えは小数点以下を切り上げて、整数で求めよ。ここで、1 M バイト=10<sup>6</sup> バイトとし、デジタル百葉箱と分析装置間の通信は正常に行われるものとする。

設問3 デジタル百葉箱のソフトウェア設計について、(1)~(3)に答えよ。

- (1) 表3中の 

a
---

 ~ 

e
---

 に入れる適切な字句を答えよ。
- (2) 表3中の 

f
---

 に入れる適切な処理内容を、30字以内で答えよ。
- (3) 表3に示すタスクの優先度では、動作モードが正しく切り替わらないことによって、各タスクが意図しない動作をしてしまうことがある。この問題を解消するためには、どのタスクの優先度をどのように変更すればよいか。25字以内で述べよ。

問2 高齢者を見守るためのロボットに関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

B社は、一人暮らしの高齢者を見守る人型ロボット（以下、見守りロボットという）を開発している。見守りロボットの外観を図1に示す。

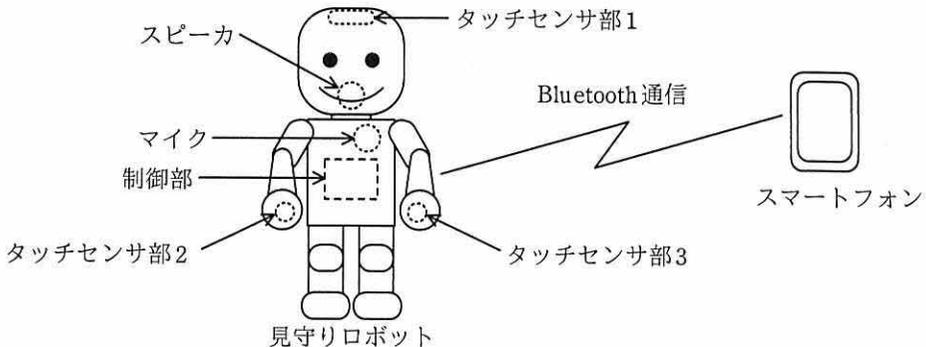


図1 見守りロボットの外観

見守りロボットは、マイクを通して入力された利用者の音声を認識したり、頭、両手にあるタッチセンサ部1～3（以下、タッチセンサという）で利用者が見守りロボットの体に触れたことを検出したりして、そのときの状況に応じた音声をスピーカから出力して、利用者との対話を行う。見守りロボットは、タッチセンサの操作回数及び音声の認識回数などの活動情報を参照して、利用者の活動状況をスマートフォンを介して電子メール（以下、メールという）で送信することができる。

〔見守りロボットのシステム構成〕

見守りロボットの構成を図2に、見守りロボットの主なシステム構成要素の機能概要を表1に示す。

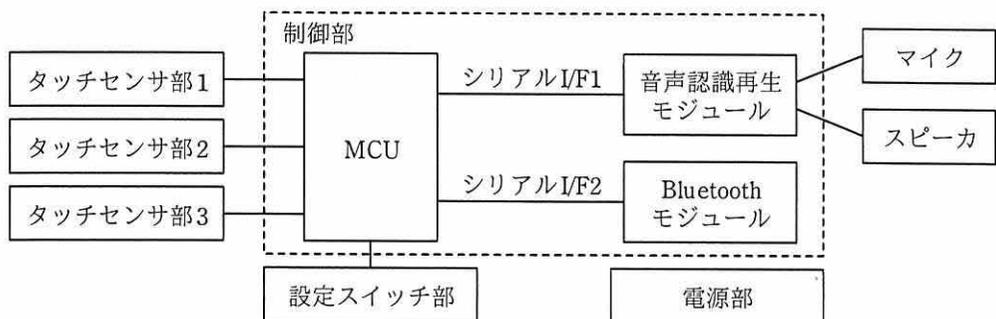


図2 見守りロボットの構成

表 1 見守りロボットの主なシステム構成要素の機能概要

構成要素名	機能概要
制御部	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ MCU, 音声認識再生モジュール及び Bluetooth モジュールが搭載され, 各モジュールへの電力の供給, 遮断を含めて, 見守りロボット全体の制御を行う。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 不揮発性メモリ, RAM, シリアル I/F1 及び 2, 日付時刻用タイマ (以下, RTC という) を含む各種タイマ, 入出力ポートなどが内蔵されている。</li> <li>・ RTC には, 割込みを発生させる時刻 (以下, 割込み時刻という) を一つだけ設定できる。割込み時刻に設定できる時刻には, 起床時刻, 朝食時刻, 昼食時刻, 夕食時刻, 入浴時刻及び就寝時刻があり, これらの情報を区別せずに時刻情報という。割込み時刻に時刻情報を時刻順に設定して使用する。</li> <li>・ 割込み時刻になったとき, 入力ポートに変化があったとき, シリアル I/F1 及び 2 で送受信を完了したときなどに, 割込みを発生する。</li> <li>・ ソフトウェアによって省エネモードになる。省エネモードは, 割込みの発生によって解除される。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 日常会話に必要な 256 種類の文節の認識機能, 及び 512 種類の文節の再生機能があり, 文節には文節 ID が一つずつ付与されている。</li> <li>・ マイクから入力された音声にある文節を認識すると, 文節 ID と確率値<sup>1)</sup>を確定する。音声にある文節を先頭から最大 8 個まで確定する。8 個の文節を確定したときは, それ以降に入力された音声は無視する。音声の入力が一定時間ないことを検出すると, その音声の入力を終了し, 確定した文節の個数と, 確定した文節 ID と確率値を MCU に送信する。</li> <li>・ 1 回の音声の再生における文節の個数分の文節 ID を MCU から受信すると, その受信した情報に対応した音声スピーカーで再生する。1 回の音声の再生における文節の個数は, 最大 8 個である。受信した音声再生指示に対する音声再生完了を送信するまで, 次の音声再生指示を受信しない。</li> </ul>
Bluetooth モジュール	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ MCU から受信した情報を, スマートフォンを介してメールで送信する。</li> <li>・ MCU から受信した指示の動作を完了するまで, 次の指示を受信しない。</li> </ul>
タッチセンサ部 1~3	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ MCU の入力ポートに接続されていて, タッチセンサに触れられたことを検出する。</li> </ul>
設定スイッチ部	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 設定開始・終了, 進む, 戻る, 及び決定の, 四つの設定スイッチで構成される。</li> <li>・ MCU の入力ポートに接続されていて, 利用者に関する情報の設定, 日付時刻の設定, 及びペアリングするスマートフォンの登録のときに使用する。</li> <li>・ 利用者に関する情報には, 誕生日, 利用者の呼び方 (○○ちゃん) 及び時刻情報がある。</li> </ul>
電源部	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 見守りロボットの電源であり, 交換可能な一次電池, 電源スイッチ, LED などによって構成される。</li> <li>・ 電池残量を検出して, 電池残量がしきい値以下の場合, LED で表示する。</li> </ul>

注<sup>1)</sup> 確率値は, 認識した文節 ID である確率であり, 認識した音声にある文節ごとに算出される。また, 認識した音声にある文節ごとの確率値の和を, 文節の個数で割った値が, 確率値の平均値である。

[制御部の対話処理の概要]

- (1) 割込み時刻に設定された起床時刻になると、“お目覚め状態”にし、利用者が設定した呼び方で、“○○ちゃん、おはよう、起きたー”と音声を再生して、現在の時刻以降で現在の時刻に最も近い時刻情報（以下、次の割込み時刻という）を設定する。
- (2) お目覚め状態において、タッチセンサに触れられたことを検出すると、“○○ちゃん、お話しできるよ”と音声を再生し、利用者に対話ができることを案内する。
- (3) お目覚め状態において、音声を認識すると、認識した音声と日付時刻から判断し、音声を再生する。例えば、6月の雨の多い時期の朝方に、“今日は、雨だよ”の音声を認識すると、“今日は、お散歩できないね”と音声を再生する。
- (4) 音声を認識した結果において、確率値が10～30%である文節が1個以上あったとき、又は確率値の平均値が50%以下のときは、“もう一度言って”と音声を再生する。また、確率値が10%未満である文節が1個以上あったときは、“他の言葉で話してね”と音声を再生する。
- (5) お目覚め状態において、“お出掛けするよ”の音声を認識すると、“○○ちゃん、行ってらっしゃい”と音声を再生する。以降、タッチセンサに触れられなかった状況、音声を認識しなかった状況、設定開始・終了の設定スイッチが押されなかった状況、及び時刻が割込み時刻にならなかった状況（以下、事象発生無し状況という）が5分間継続したことを検出すると、割込み時刻を解除して、“お留守番状態”にする。
- (6) お留守番状態において、タッチセンサに触れられたことを検出すると、お目覚め状態にし、次の割込み時刻を設定して、“○○ちゃん、おかえりー”と音声を再生する。
- (7) 割込み時刻に設定された就寝時刻になると、“○○ちゃん、おやすみなさい”と音声を再生し、利用者の活動状況のメールを送信する。以降、事象発生無し状況が5分間継続したことを検出すると、次の割込み時刻を設定して、“お休み状態”にする。
- (8) お休み状態において、タッチセンサに触れられたことを検出すると、お目覚め状態にし、“○○ちゃん、どうしたの”と音声を再生して、利用者呼び掛ける。

### [制御部の設定処理の概要]

- (1) お目覚め状態において、設定開始・終了の設定スイッチが押されたことを検出すると、割込み時刻を解除し、“設定状態”にして、各項目の設定を開始する。
- (2) 設定を開始すると、設定する項目順に音声案内を行いながら、進む、戻る又は決定の設定スイッチに従って、各項目の内容を設定し、不揮発性メモリに格納する。

なお、設定状態では、タッチセンサの操作、音声の入力は無効である。

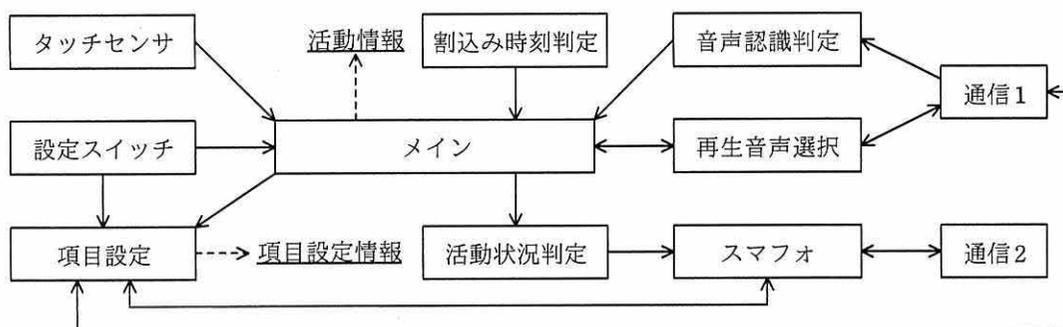
- (3) 設定状態において、設定開始・終了の設定スイッチが押されたことを検出すると、次の割込み時刻を設定して、お目覚め状態にする。

### [制御部の省エネ処理の概要]

- ・お目覚め状態で事象発生無し状況が 10 分間継続したことを検出したとき、お留守番状態になったとき、又はお休み状態になったときに、MCU を省エネモードにする。
- ・Bluetooth モジュールへの電力は必要ときだけ供給し、音声認識再生モジュールへの電力は MCU が省エネモードでないときだけ供給する。

### [制御部のソフトウェア構成]

制御部では、リアルタイム OS を使用する。制御部の主なタスク構成を図 3 に、制御部の主なタスクの処理概要を表 2 に示す。



- 注記 1 実線の矢印は、メールボックスを使用したタスク間のメッセージ通信の方向を示す。  
注記 2 破線の矢印は、メモリへの書き込みを示す。ただし、メモリからの読出しは省略している。

図 3 制御部の主なタスク構成

表 2 制御部の主なタスクの処理概要

タスク名	処理概要
メイン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・各状態の制御、各モジュールへの電力供給の制御を含めた省エネ処理、次の割込み時刻の設定を含めた RTC の制御、利用者の活動状況のメール作成依頼を活動状況判定タスクに通知する処理など、制御部全体の制御を行う。</li> <li>・タッチセンサタスク、割込み時刻判定タスク、又は音声認識判定タスクから通知を受けると、この受けた情報に日付時刻及び通知を受けたときの状態を付加した情報から構成される音声再生依頼を、再生音声選択タスクに通知する。</li> </ul>
項目設定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・メインタスクから設定開始の通知を受けると、再生する音声の情報を通信 1 タスクに通知しながら、設定スイッチタスクから受けた情報に従って、各項目の設定内容を項目設定情報として不揮発性メモリに格納する。</li> <li>・メインタスクから設定終了の通知を受けると、設定を終了する。</li> </ul>
設定スイッチ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・四つのいずれかの設定スイッチが押されると起動され、該当する設定スイッチを判定して、関連するタスクに通知する。</li> </ul>
タッチセンサ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・タッチセンサに触れられると起動され、タッチセンサに触れられたことをメインタスクに通知する。</li> </ul>
割込み時刻判定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・RTC に設定された割込み時刻になると起動され、時刻情報の内容を判定してメインタスクに通知する。</li> </ul>
音声認識判定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・通信 1 タスクから受信した音声の情報に、確率値の平均値、確率値が 10～30%である文節 ID の個数、及び確率値が 10%未満である文節 ID の個数を追加した音声認識結果をメインタスクに通知する。</li> </ul>
再生音声選択	<ul style="list-style-type: none"> <li>・メインタスクから音声再生依頼の通知を受けると、受けた情報を基に文節 ID の列で構成される音声の中から再生する音声を選択して、選択した再生する音声の情報を通信 1 タスクに通知する。さらに、メインタスクから受けた情報にマイクから入力された音声の情報がある場合に、①入力された音声によって状態の遷移が必要となるときは、メインタスクに通知する。</li> <li>・音声の再生中は、メインタスクからの新たな通知を受けない。</li> </ul>
活動状況判定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・メインタスクから利用者の活動状況のメール作成依頼を受けると、活動情報を参照して利用者の活動状況のメール内容を作成し、スマフォタスクにメールの送信依頼を通知する。</li> </ul>
スマフォ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・スマートフォンのアプリケーションソフトウェアとの通信処理を行う。</li> </ul>
通信 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>・音声認識再生モジュールとの通信処理を行う。</li> </ul>
通信 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Bluetooth モジュールとの通信処理を行う。</li> </ul>

設問 1 見守りロボットの仕様について、(1)～(3)に答えよ。

(1) 制御部の省エネ処理について、(a)、(b)に答えよ。

(a) お目覚め状態において、お留守番状態又はお休み状態にならずに、省エネモードになる場合がある。どのような場合か。25 字以内で述べよ。

- (b) MCU が省エネモードのとき、この省エネモードが解除される割込みは三つある。二つは時刻が割込み時刻になったときの割込みとタッチセンサに触れられたときの割込みである。残り一つの割込みを 25 字以内で述べよ。
- (2) マイクから入力された音声の処理に関する次の記述中の  ～  に入れる適切な字句、又は数値を答えよ。ここで、 は、小数第 1 位を四捨五入して、整数で求めよ。

MCU は音声認識再生モジュールから、6 個の文節から成る音声を認識した結果を受信した。このとき、1 個目の文節の確率値は 60% であり、2 個目以降は順に 32%、45%、35%、43%、55% であった。制御部は、 が  % で  % 以下なので、“” と音声を再生する。

- (3) お留守番状態において、タッチセンサに触れられて省エネモードを解除し、お目覚め状態にしたとき、“○○ちゃん、おかえりー” と音声を再生する前に行う処理が二つある。一つは次の割込み時刻の設定である。もう一つの処理を 25 字以内で述べよ。

設問 2 制御部のソフトウェアについて、(1)～(4)に答えよ。

- (1) 図 3 中の項目設定情報を読み出して利用するタスクは四つあり、一つは登録されたスマートフォンに関する情報を読み出して利用するスマフォタスクである。他の三つのタスクを表 2 中のタスク名で答えよ。
- (2) メインタスクの設定処理に関する次の記述中の  ～  に入れる適切な字句を答えよ。

メインタスクはお目覚め状態の場合、設定スイッチタスクから、 の設定スイッチが押されたことの通知を受けると、割込み時刻を解除し、設定状態にして、Bluetooth モジュールへの電力を供給し、さらに、省エネモードの解除を伴うときは、音声認識再生モジュールへの電力も供給する。その後、 タスクに  の通知を行う。メインタスクは、設定状態で、 の設定スイッチが押されたことの通知を受けると、 タスクに  の通知を行い、Bluetooth モジュールへ

の電力を遮断し、して、お目覚め状態にする。

- (3) メインタスクが、活動状況判定タスクに対して通知を行うのは、どのタスクからどのような内容の通知を受けたときか。45字以内で述べよ。
- (4) 表 2 中の再生音声選択タスクにおいて、下線①の入力された音声とは、どのような内容の音声か。15字以内で述べよ。

設問3 制御部の機能追加について、(1)、(2)に答えよ。

利用者の音声に異常があると判断した場合、又は“〇〇ちゃん、どうしたの”の呼び掛けの音声を再生したときにタッチセンサの操作及び音声の入力が4分間なかった場合に、安否確認依頼のメールを送信する機能を追加することになった。利用者の音声を異常と判断するのは、確率値が10%未満である文節が0個で、かつ、確率値の平均値が20%以下の音声の入力が3回連続あったときとした。

ソフトウェアの変更方法を検討した結果、メインタスクを変更すると、メインタスクの複雑度が増してテスト項目が増加することが考えられたので、異常と判断する処理を行う新たなタスク（以下、異常検出タスクという）を追加し、メインタスク以外の既存のタスクを変更することにした。

異常検出タスクは、メインタスク以外の既存のタスクから必要な情報を受けて異常の有無を判断する。異常と判断すると安否確認依頼のメール内容を作成し、スマホタスクにメールの送信依頼を通知する。

- (1) 変更する既存のタスクは三つある。二つは音声認識判定タスクと再生音声選択タスクである。もう一つのタスク名を表2中のタスク名で答えよ。
- (2) 音声認識判定タスク、及び再生音声選択タスクの変更内容に関する次の記述中の～に入れる適切な字句を答えよ。

音声認識判定タスクは、をタスクに通知する場合、同じ内容をタスクに通知する。再生音声選択タスクは、再生する音声の内容がの場合はタスクに通知する。

問3 バッティングを評価するシステムに関する次の記述を読んで、設問 1～3 に答えよ。

C社は、バッティングセンタ向けのバッティング評価システム（以下、評価システムという）を開発している。評価システムは、利用者がバットをスイングしてボールに当たったときのバットの振動などを計測し、バットに当たったボールが飛ぶ距離（以下、飛距離という）を予想する。

評価システムの外観を図1に示す。利用者が料金端末を操作したりバットをスイングしたりするバッティングエリアと、バッティングエリアに向けてボールを送り出すピッチングマシンとの位置関係は、図1のとおりである。スイングしたときのバットの軌道、及びボールが当たったときのバットの振動を専用計測デバイス（以下、スイングセンサという）で計測する。スイングセンサは、バットのグリップの末端に取り付けられている。

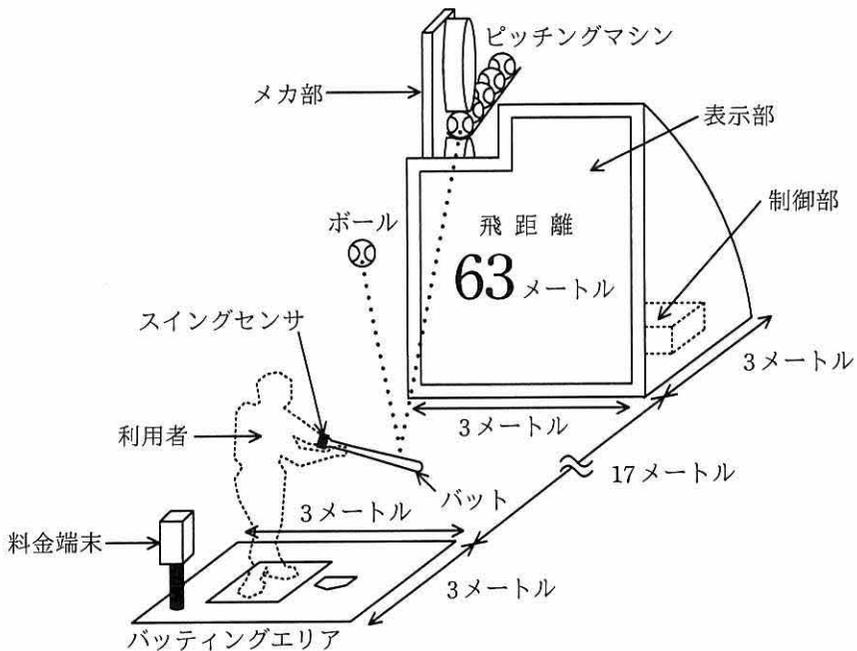


図1 評価システムの外観

評価システムの主な構成要素の概要を表1に示す。

表 1 評価システムの主な構成要素の概要

構成要素	概要
ピッチングマシン	メカ部、表示部及び制御部で構成される。 ・メカ部は、制御部の制御によって所定の球速・球種で投球 <sup>1)</sup> する。 ・表示部は、人がボールを投げる動作の動画（以下、投球動画という）、飛距離の予想結果（以下、評価結果という）などを表示する。 ・制御部は、表示部、メカ部を含め評価システム全体を制御し、評価結果を算出する。無線通信 I/F を内蔵し、無線でスイングセンサと通信する。有線で料金端末と通信する。
スイングセンサ	構成を後述の図 2 に示す。利用者がスイッチを押すと、無線通信で制御部と通信を開始する。また、バットの x, y, z の直交する 3 軸方向の加速度・角速度、及びボールが当たったときのバットの振動を計測して制御部に送信する。
料金端末	利用者がバッティングセンタの利用料を支払うと、有線で接続された制御部に通知する。

注<sup>1)</sup> 投球とは、バッティングエリアに向けてボールを送り出すことである。

[評価システムの動作]

評価システムは、次に示す手順で処理を行う。

- (1) 利用者が料金端末で利用料を支払うと、料金端末が制御部に通知する。
- (2) 制御部は、表示部に“準備が整いましたらスイングセンサのスイッチを押してください”と表示する。利用者がスイングセンサのスイッチを押すと、スイングセンサが電源 ON となり、無線通信で制御部と通信を開始する。
- (3) 制御部は、スイングセンサと通信を開始すると、スイングセンサに“計測開始指示”を送信するとともに、表示部に投球動画を表示して、メカ部を制御して投球する。
- (4) 計測開始指示を受信したスイングセンサは、バットの x, y, z の直交する 3 軸方向の加速度・角速度のデータ（以下、モーションデータという）の計測を開始し、計測を開始してからの時間（以下、経過時間という）をカウントする。1 ミリ秒周期でモーションデータを計測し、経過時間を計測時刻データとして付加したものをモーション情報として、計測ごとに制御部に送信する。

なお、評価結果を正確に算出するために、モーションデータを計測する周期は可能な限り一定とする。

- (5) 投球後、スイングセンサは、スイングしたバットがボールに当たった瞬間のバ

ットの振動の発生を検出すると、バットの振動の大きさを 500 ミリ秒間計測（以下、ここで計測したデータを振動データという）し、振動が発生したときの経過時間を振動時刻データとして記憶する。

- (6) 制御部は、(3)の計測開始指示を送信してから 7 秒経過すると、1 回の投球が終了したと判断し、スイングセンサに“計測終了指示”を送信する。
- (7) 計測終了指示を受信したスイングセンサは、モーションデータの計測を停止する。また、振動時刻データを振動データに付加し、振動情報として制御部に送信する。
- (8) 制御部は、モーション情報、振動情報などから、評価結果を算出する。(3)の計測開始指示を送信してから 8 秒後に表示部に評価結果を表示し、2 秒間待つ。
- (9) 投球数が 20 球に達するまで、(3)の計測開始指示の送信から(8)まで繰り返す。
- (10) 投球数が 20 球に達したら、制御部は、スイングセンサとの通信を終了して、投球ごとの評価結果を集計し、集計した結果を表示部に 15 秒間表示する。

#### [バットの振動及び評価結果の算出]

バットは二つの固有振動数をもっており、それぞれ 210 Hz, 730 Hz である。この二つの周波数の振動データからバットの振動特性を使って、バットがボールに与える力などを算出できることが分かっている。

制御部は、球速、球種、バットの振動特性のほか、モーション情報、振動情報を基に、評価結果を算出する。

#### [スイングセンサの構成]

スイングセンサの構成を図 2 に、スイングセンサの主な構成要素を表 2 に示す。

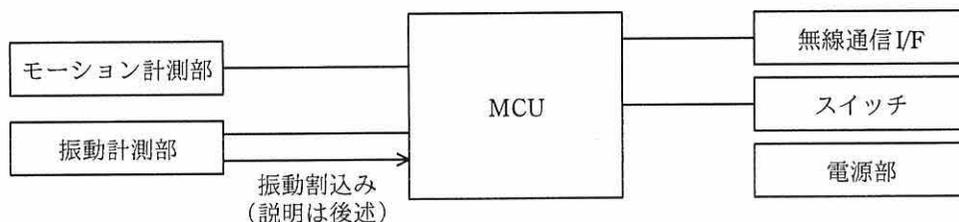


図 2 スイングセンサの構成

表 2 スイングセンサの主な構成要素

構成要素	機能	仕様
MCU	<ul style="list-style-type: none"> <li>・スイングセンサ全体を制御する。タイマ割込み機能を持ち、1 ミリ秒周期でモーション計測部からモーションデータを取得し、計測時刻データを付加したモーション情報を制御部に送信する。また、振動計測部に記録許可及び記録停止を送信する。振動計測部からの割込み（以下、振動割込みという）が発生したときの経過時間である振動時刻データを記憶する。振動計測部から振動データを取得し、振動情報を制御部に送信する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計測時刻データのビット数：32 ビット</li> <li>・振動時刻データのビット数：32 ビット</li> </ul>
電源部	<ul style="list-style-type: none"> <li>・蓄電池で、スイングセンサに電力を供給する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・放電容量：240 ミリ Ah</li> </ul>
モーション計測部	<ul style="list-style-type: none"> <li>・MCU からの要求によって、内蔵センサで計測したモーションデータを MCU に通知する。バットのグリップの末端を原点とした x, y, z の直交座標系をもち、原点からバットの先端に向けて z 軸の正方向を取る。</li> <li>・計測される各軸の加速度の値は、整数部を 4 ビットとした 16 ビットの 2 進数であり、負数を 2 の補数として扱う。単位を重力加速度 G としたとき、-1.5, -1, 0, 1, 1.5 に相当する値は、16 進数で、それぞれ E800, F000, 0000, 1000, 1800 である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計測数：6 チャンネル</li> <li>・1 チャンネルのビット数：16 ビット</li> <li>・加速度計測範囲： -8G ~ 8G</li> <li>・計測可能周波数： 330 Hz 以下</li> </ul>
振動計測部	<ul style="list-style-type: none"> <li>・MCU から記録許可を受信すると、内蔵センサでバットの振動を検出したとき、MCU に振動割込みを出力し、振動データを計測し、内部に保持する。</li> <li>・MCU から記録停止を受信すると、バットの振動の検出を停止し、保持した振動データを MCU に通知する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計測数：1 チャンネル</li> <li>・計測可能周波数： 3 kHz 以下</li> </ul>

[無線通信の仕様]

スイングセンサと制御部の通信に用いる無線通信は、伝送可能距離によって四つのクラスに分けられる。無線通信の仕様を表 3 に示す。

表 3 無線通信の仕様

クラス	伝送可能距離（メートル）	使用可能な伝送速度（k ビット／秒）
クラス A	0 ~ 200	①125
クラス B	0 ~ 50	②125 ③250 ④1,000 ⑤2,000
クラス C	0 ~ 10	⑥125 ⑦250 ⑧1,000 ⑨2,000
クラス D	0 ~ 1	⑩125 ⑪250 ⑫1,000 ⑬2,000

注記 表中の丸付き数字は、設問で使用する。

[MCU の処理]

MCU の主な処理のタイミングと内容を表 4 に示す。

表 4 MCU の主な処理のタイミングと内容

処理のタイミング	処理の内容
制御部からの計測開始指示受信時	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ モーションデータの計測を開始する。</li> <li>・ 記録許可を振動計測部に送信する。</li> </ul>
1 ミリ秒周期のタイマ割込み発生時	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ モーションデータの計測中は、モーションデータを取得し、計測時刻データを付加して、モーション情報を制御部に送信する。</li> </ul>
振動割込み発生時	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 振動時刻データを記憶する。</li> </ul>
<input type="text" value="a"/>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ モーションデータの計測を停止する。</li> <li>・ 記録停止を振動計測部に送信する。</li> <li>・ <input type="text" value="b"/> を制御部に送信する。</li> </ul>

設問 1 評価システムの仕様について、(1)~(3)に答えよ。

- (1) 評価結果を算出するには、ボールがバットにいつ当たったかを知る必要がある。知るためには、どのデータを使うのが最適か。データ名で答えよ。
- (2) モーション計測部で計測される各軸の加速度は、重力加速度及びバットの移動による加速度の和であるが、バットが静止していると、モーション計測部は重力加速度だけを計測する。静止しているバットの角度が水平から上側に  $90^\circ$ 、 $0^\circ$  の場合、z 軸の加速度の値は、16 進数で、それぞれ F000、0000 であった。静止しているバットの角度が水平から上側に  $30^\circ$  の場合、z 軸の加速度の値を、4 桁の 16 進数で答えよ。ここで、 $\sin 30^\circ$  を 0.500、 $\cos 30^\circ$  を 0.866、 $\tan 30^\circ$  を 0.577 とする。
- (3) バットの振動はモーション計測部でも計測できるが、表 2 のモーション計測部の仕様では、ある条件が不十分なので、振動計測部が必要であった。振動計測部が必要な理由を、25 字以内で述べよ。

設問 2 無線通信の仕様及び MCU の処理について、(1)~(3)に答えよ。

- (1) 伝送可能距離、伝送速度の観点から、モーション情報の伝送を満たすことができる無線通信の仕様を、表 3 中の①~⑬で全て答えよ。ここで、無線通信の実効伝送速度は、表 3 の使用可能な伝送速度の 20%とし、1 k ビット =  $10^3$

ビットとする。

- (2) 表 4 の 1 ミリ秒周期のタイマ割込み発生時の処理では、モーションデータを取得する処理よりも、制御部に送信する処理を優先させると、ある不都合が生じる可能性がある。考えられる不都合を 30 字以内で述べよ。
- (3) 表 4 中の  ,  に入れる適切な字句を答えよ。

設問 3 スイングセンサの省電力化について、(1)~(3)に答えよ。

バッティングセンサの営業時間は、1 日 12 時間である。営業終了後に充電しているスイングセンサの充電回数を、省電力化によって減らすことにした。ここで、スイングセンサの電源 ON/OFF の状態によって、表 3 のクラスごとにスイングセンサの動作電流が変わる。電源 ON の場合の動作電流は、クラス A を 15 ミリ A、クラス B を 15 ミリ A、クラス C を 6 ミリ A、クラス D を 5 ミリ A とする。一方、電源 OFF の場合の動作電流は、全てのクラスを 0 ミリ A とする。

- (1) 無線通信がクラス B で、かつ、スイングセンサが常に電源 ON の場合、スイングセンサが満充電で蓄電した電気量を全て放電できるとき、何時間使用できるか。答えは小数第 1 位を四捨五入して、整数で求めよ。
- (2) 〔評価システムの動作〕の(10)で制御部がスイングセンサとの通信を終了した直後に、スイングセンサを電源 OFF にして、省電力化するようにスイングセンサの仕様を変更した。無線通信がクラス B の場合、1 日の営業で蓄電池から放電される電気量は何ミリ Ah か。答えは小数第 1 位を四捨五入して、整数で求めよ。ここで、1 時間当たりの評価システムの利用回数は 4 回とする。
- (3) 制御部の無線通信 I/F は制御部に内蔵されているが、制御部から料金端末までケーブルを延長することによって、制御部の無線通信 I/F を料金端末内に移設することにした。
- (a) 省電力の観点から、無線通信 I/F の移設によって無線通信で実現できる内容を、35 字以内で述べよ。
- (b) 移設後に 1 日の営業で蓄電池から放電される電気量は、移設前の何%か。答えは小数第 1 位を四捨五入して、整数で求めよ。

6. 退室可能時間中に退室する場合は、手を挙げて監督員に合図し、答案用紙が回収されてから静かに退室してください。

退室可能時間	13:10 ~ 13:50
--------	---------------

7. 問題に関する質問にはお答えできません。文意どおり解釈してください。
8. 問題冊子の余白などは、適宜利用して構いません。ただし、問題冊子を切り離して利用することはできません。
9. 試験時間中、机の上に置けるものは、次のものに限ります。  
なお、会場での貸出しは行っていません。  
受験票、黒鉛筆及びシャープペンシル（B 又は HB）、鉛筆削り、消しゴム、定規、時計（時計型ウェアラブル端末は除く。アラームなど時計以外の機能は使用不可）、ハンカチ、ポケットティッシュ、目薬  
これら以外は机の上に置けません。使用もできません。
10. 試験終了後、この問題冊子は持ち帰ることができます。
11. 答案用紙は、いかなる場合でも提出してください。回収時に提出しない場合は、採点されません。
12. 試験時間中にトイレへ行きたくなったり、気分が悪くなったりした場合は、手を挙げて監督員に合図してください。
13. 午後Ⅱの試験開始は 14:30 です。14:10 までに着席してください。

試験問題に記載されている会社名又は製品名は、それぞれ各社又は各組織の商標又は登録商標です。  
なお、試験問題では、™ 及び ® を明記していません。