

平成 24 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Ⅱ 問題

試験時間

14:30 ~ 16:30 (2 時間)

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
選択方法	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 2 を選択した場合の例〕

選択欄	
1 問 選 択	問 1
	○問 2

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 3次元複写機に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

D社は、立体物の複製を作るための3次元複写機を開発している。

[3次元複写機の構成及び機能]

3次元複写機の構成を図1に示す。

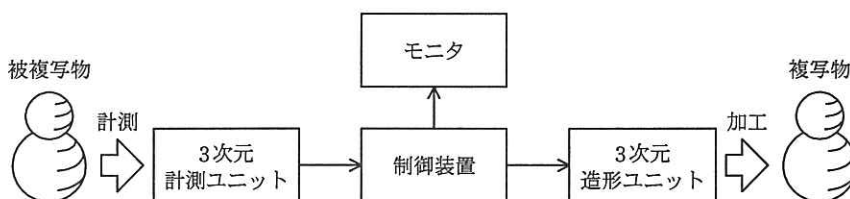


図1 3次元複写機の構成

3次元複写機は、被複写物の形状を3次元計測ユニットで計測し、計測したデータ（以下、計測データという）を制御装置に送信する。設計目標として、縦、横、高さが最大400mmの被複写物を、0.1mmの分解能で複写できることを目指すことにした。制御装置にはモニターが接続されており、被複写物の計測データから作成した水平断面図（以下、断面図という）を確認できる。また、断面図を積み重ねることで、複写予想画像を確認することもできる。さらに、制御装置は計測データを加工に必要なデータ（以下、加工データという）に変換した上で、3次元造形ユニットに送信する。3次元造形ユニットは、加工対象となる素材（以下、複写物素材という）を加工して複写物を製作する。

[3次元計測ユニットの構成]

3次元計測ユニットの構成を図2に示す。

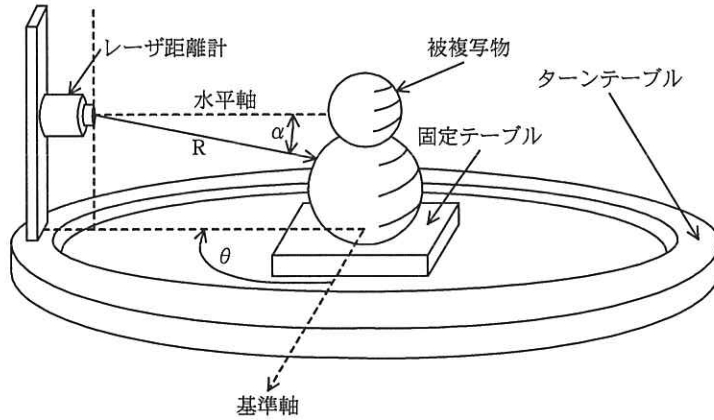


図2 3次元計測ユニットの構成

3次元計測ユニットは、被複写物を置く固定テーブル、固定テーブルの周りを回転するターンテーブル、及びターンテーブルに設置されたレーザ距離計（以下、距離計という）から構成される。距離計は、被複写物の下から上まで縦にレーザ光をスキャンさせて、被複写物までの距離を順次測定する（以下、縦スキャンという）。3次元計測ユニットは、被複写物までの距離 R 、測定用レーザ光の仰角又は伏角 α 、ターンテーブルの基準軸からの角度 θ を、制御装置に送信する。1回の縦スキャンを終えると、ターンテーブルを一定角度回転させて、縦スキャンを繰り返す。

[3次元造形ユニットの構成]

3次元造形ユニットの構成を図3に示す。

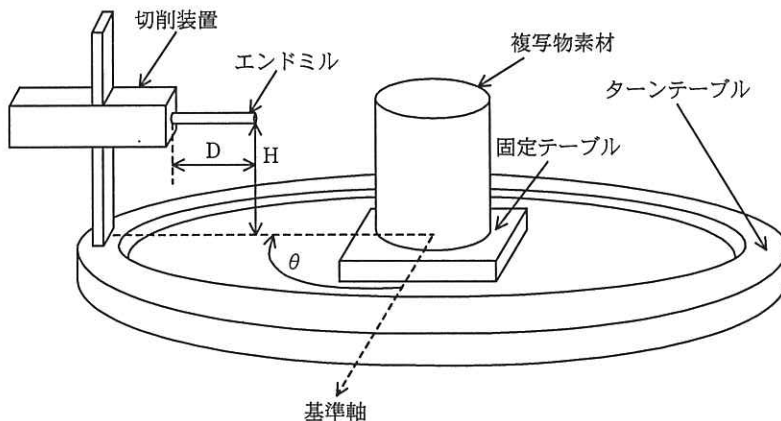


図3 3次元造形ユニットの構成

3次元造形ユニットは、複写物素材を置く固定テーブル、固定テーブルの周りを回転するターンテーブル、及びターンテーブルに設置された切削装置から構成される。切削装置は、複写物素材の周りを回転しながらエンドミルで複写物素材を切削していく。ある高さで1回転分の切削を完了すると、次に高さを変えて切削を繰り返す。切削装置の先端のエンドミルは、常にターンテーブルの回転の中心を向いて回転し、突き出し部分の長さを変えることで複写物素材を加工する。図3中のDはエンドミルの突き出し部分の長さ、 θ はターンテーブルの基準軸からの角度、Hはエンドミルの高さである。突き出し方向をD方向と呼ぶ。エンドミルは、先端部分のD方向にも θ 方向にも複写物素材を切削できる。

[制御装置の機能]

制御装置は、3次元計測ユニットから送信された計測データから、直交座標上における被複写物の断面図データを作成する。また、計測データを複写物の縮尺、素材、加工精度などに応じて変換して、高さデータH、加工データ(D, θ)を作成し、3次元造形ユニットに送信する。

設問1 3次元の計測について、(1)～(3)に答えよ。

- (1) 計測データである距離R、角度 θ を一旦、制御装置内のメモリに格納する。
ターンテーブルの回転の分割数を1回転当たり 2^{12} 個、縦スキャンの分割数を 2^{13} 個とし、距離Rを2バイトで表現する。1周分の距離Rのデータの量は何Mバイトか。答えは小数第1位を切り上げて、整数で求めよ。ここで、1Mバイトは 2^{20} バイトとする。
- (2) 制御装置内のメモリ量を減らすために、3次元計測ユニットの1回の縦スキャンごとに、制御装置で高さデータH、加工データ(D, θ)を作成し、3次元造形ユニットに送信する方法を検討した。この方法の場合、3次元造形ユニットに要求される条件を、30字以内で述べよ。
- (3) 図2に示した3次元計測ユニットによる、被複写物の3次元の形状計測を真横から見た様子を図4に示す。

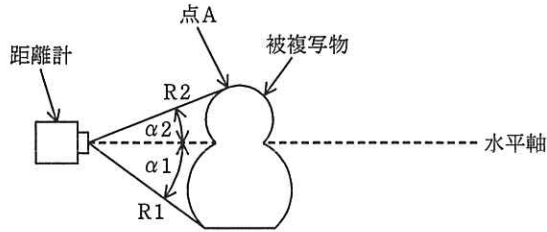


図 4 3次元の形状計測を真横から見た様子

次の記述中の ～ に入れる適切な字句を答えよ。

ターンテーブルが基準軸からの角度 θ のときに縦スキャンすることで、角度 θ での α の範囲全体について被複写物までの距離を計測する。得られた α 方向の距離に を乗じて水平方向成分を求め、 を乗じて垂直方向成分を求める。求められた垂直方向成分から高さを算出する。このようにして求めた水平方向成分を高さに順に積み重ねていくことによって、被複写物の形状を知ることができる。

図 4 で、伏角 α_1 の被複写物の下端から仰角 α_2 の被複写物の点 A までは α と R から被複写物の形状が求められる。しかし、仰角 α_2 を超えると計測できなくなり、それ以上の高さに被複写物が と判断される。

この対策としては、距離計を に動かして、 から計測することが考えられる。

設問 2 制御装置と 3次元造形ユニットにおける複写物の加工処理について、(1)，(2)に答えよ。

モニタ上で被複写物の断面図を確認するために、3次元計測ユニットからの計測データを直角座標系のデータに変換する。図 5 は、ある水平断面における被複写物の断面図の例である。ここで、 r は被複写物中の点 O から表面までの距離である。

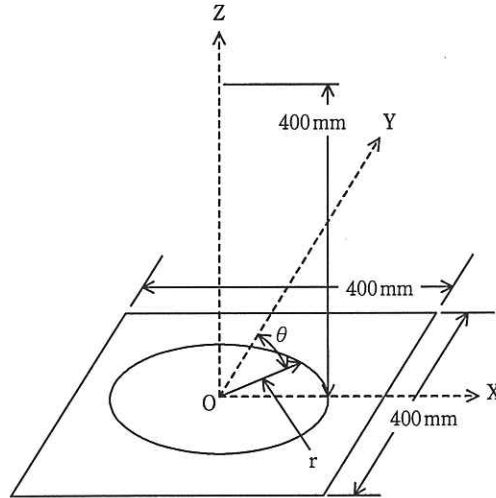


図5 断面図の例

- (1) 解像度が 4,096 ピクセル×4,096 ピクセルのモニタに断面図を表示するために、直交座標系に変換した断面図の画像データを制御装置内の画像データメモリに 1 ピクセル当たり 1 バイトで格納する。必要なメモリ量は、1 断面図当たり何 M バイトか。答えは小数第 1 位を四捨五入して、整数で求めよ。ここで、1M バイトは 2^{20} バイトとする。
- (2) 複写物素材を切削する場合に、制御装置から 3 次元造形ユニットに、高さデータ H を送信した後、1 周分の加工データ (D, θ) を送信する。3 次元造形ユニットは、正常に受信できたことを制御装置に通知してから、1 周分の加工処理を実施する。

加工処理中に、3 次元造形ユニットの動作が中断した場合、3 次元造形ユニットの MPU がリセットされても、制御装置から加工データを再送せずに、中断した箇所から加工を再開できるようにしたい。3 次元造形ユニットが動作の中断を検出した場合に、中断したことを示すフラグ、1 周分の加工データ以外に、中断した箇所から加工を再開するために保存しておくべきデータ三つを、それぞれ 10 字以内で答えよ。ここで、加工を再開する場合、エンドミルは、H, D, 及び θ がそれぞれ 0 の位置から動作させるものとする。

設問 3 3次元造形ユニットにおける切削装置の駆動方法について、(1)～(3)に答えよ。

駆動パルス演算回路及び周辺装置の試験的な構成を図6に示す。ここで、エンドミルの太さは無視して考える。

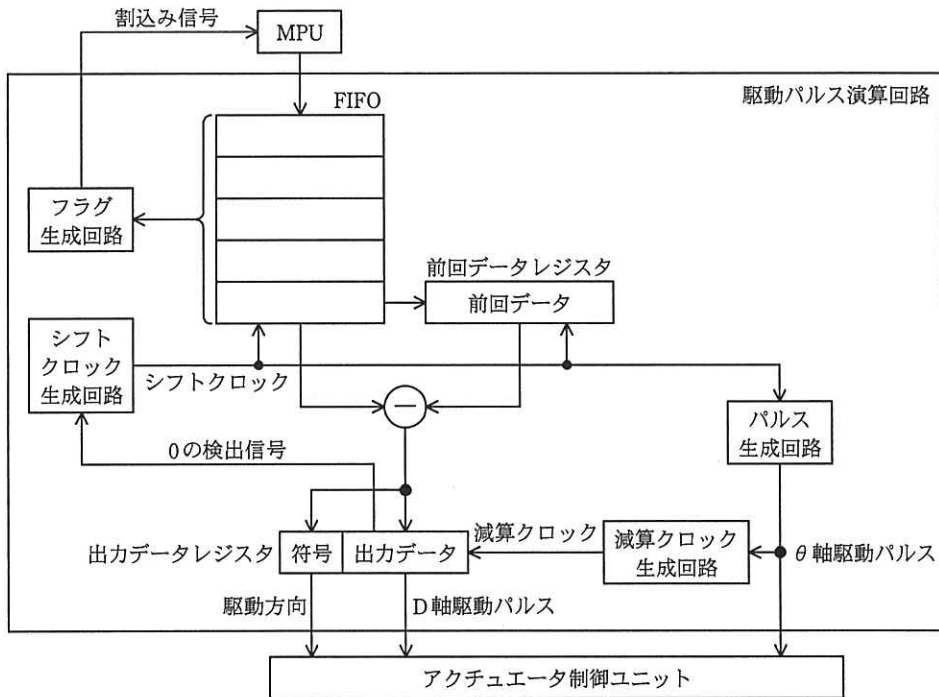


図6 駆動パルス演算回路及び周辺装置の試験的な構成

3次元造形ユニットでは切削装置を駆動するために、アクチュエータ制御ユニットに駆動パルスを与えてD軸モータ、 θ 軸モータを制御する。D軸モータはエンドミルを図3のD方向に駆動し、 θ 軸モータはターンテーブルを図3の θ 方向に駆動する。各駆動パルスは、駆動パルス演算回路を使用して作成する。

(1) 駆動パルス演算回路に関する次の記述中の f ～ k に入れる適切な字句を答えよ。

MPUは、 θ ごとに、D方向のエンドミルの突き出し部分の長さDに対応するパルス数を算出して、駆動パルス演算回路に書き込む。駆動パルス演算回路は、このパルス数を駆動方向、D軸駆動パルスなどに変換する。駆動パルス演

算回路には、MPU から書き込まれたパルス数をバッファリングするための **f** 及び前回の駆動パルス数演算に使用されたパルス数を格納するための **g** がある。前回データと FIFO の先頭データとの差は、符号と絶対値とに分けて **h** に格納される。**i** は D 軸モータの駆動方向として、アクチュエータ制御ユニットに出力される。

出力データレジスタは、ダウンカウンタになっており、減算クロックが入力されるごとに出力データが 1 減算されるとともに、D 軸駆動パルスが 1 個出力される。出力データが 0 になったら、それ以上減算しない。出力データが 0 のときは、減算クロックが入力されても D 軸駆動パルスは出力されず、0 の検出信号が出力される。0 の検出信号が出力されると、**j** 生成回路で、FIFO の内容と前回データレジスタの内容をシフトさせるための **j** が生成され、FIFO の内容及び前回データレジスタの内容が更新される。このとき、**j** をパルス生成回路に入力することで、 θ 軸モータを駆動するための **k** が生成される。**k** は、幅が 1 ミリ秒の信号であり、出力中は減算クロックが停止される。

(2) 図 6 において、フラグ生成回路は、FIFO の状態を示すフラグを生成する。フラグには FIFO が空であることを示す EMPTY フラグ、及び空に近づいたことを示す ALMOST EMPTY フラグがあり、これらを要因として MPU に割込みをかける。MPU は、駆動パルス演算回路からの割込み信号で起動される制御プログラムで FIFO の状態を判断し、必要に応じて駆動パルス演算回路にデータを書き込む。FIFO の EMPTY フラグがセットされる前に、MPU から FIFO にデータを書き込むように制御したい。次の条件の下で、ALMOST EMPTY フラグは、FIFO の残りデータが少なくとも何個になったときにセットされるべきか。

(条件)

- ・ 割込み信号は、ALMOST EMPTY フラグがセットされた後、遅れることなく出力されるものとする。
- ・ 駆動パルス演算回路からの割込み信号による割込み処理は、より優先度が高い割込み処理によって最大 2 ミリ秒間待たされることがある。
- ・ MPU の割込み応答時間は 100 マイクロ秒とし、前回データレジスタのシフト

時間は無視できるものとする。

- ・ 図 6 の減算クロックの周波数は、1MHz である。
- ・ 出力データの絶対値は、0～65,535 の範囲である。
- ・ 現在の制御プログラムは、起動されると 100 マイクロ秒の処理時間で 20 個のデータを書き込むように構成されている。
- ・ FIFO のシフトクロックは、最短で 1 ミリ秒おきに出力される。

(3) 駆動パルス演算回路の動作例を図 7 に示す。

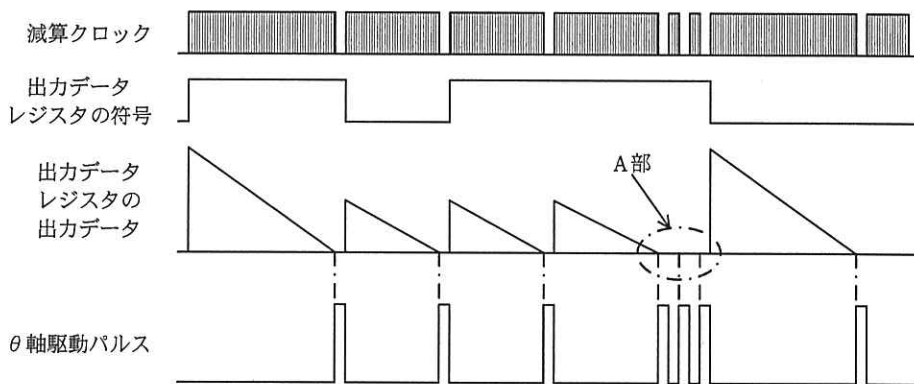


図 7 駆動パルス演算回路の動作例

- (a) 複写物素材の種類によって、エンドミルの切削速度を決定する。複写物素材が硬い場合には、 $((\text{今回のデータ } D - \text{前回のデータ } D) \div \text{単位時間})$ によって得られる D 方向の切り込み速度を小さくする必要がある。そのために、駆動パルス演算回路に回路を追加して、アクチュエータ制御ユニットへの出力を制御することにした。この場合、どのような機能の回路を追加すればよいか。40 字以内で述べよ。
- (b) 図 7 の A 部では、切削装置がどのような状況になっていると考えられるか。30 字以内で述べよ。

問2 電動介護ベッドシステムの開発に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

E社は、電動介護ベッドシステム（以下、ベッドシステムという）を開発している。

[ベッドシステムの構成及び機能]

ベッドシステムの構成を図1に示す。ベッドシステムは、管理PC及び複数の介護ベッドで構成され、それらはLANで接続される。介護ベッド（以下、ベッドという）は、ベッド可動部、操作部及び制御部から構成され、ベッドの利用者（以下、利用者という）の操作によって背中を起こすこと、ひざの上げ下げをすることなどができる。

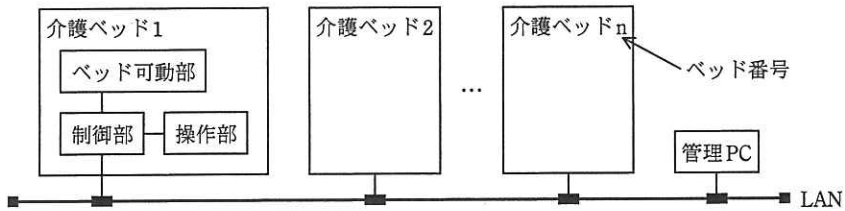


図1 ベッドシステムの構成

管理PCは、ベッド番号ごとの利用状況の管理、ベッドから受信したベッドの動作履歴の管理などを行う。

(1) ベッド可動部

ベッド可動部には、利用者の背中位置、ひざ位置、ひざ下位置及び寝台の高さを制御するためのモータ及びセンサが付いている。各モータは停止中、その回転軸の角度を保持できる。ベッド可動部の概要を図2に、ベッド可動部の構成要素の概要を表1に示す。ここで、 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 及びHで示す可動部の状態を可動部位置という。

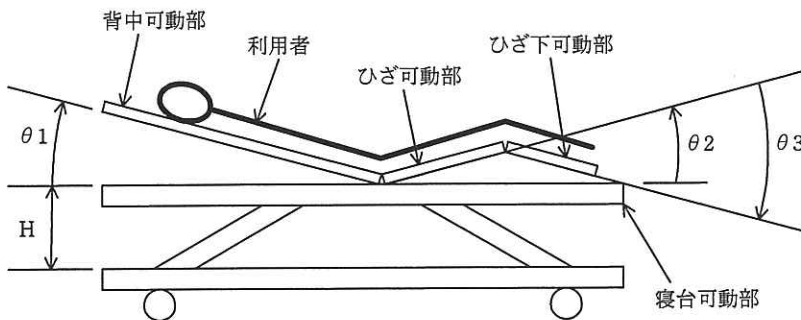


図2 ベッド可動部の概要

表 1 ベッド可動部の構成要素の概要

構成要素	概要
$\theta 1$ 用モータ	<ul style="list-style-type: none"> 各モータには、エンコーダが内蔵されている。エンコーダは、回転方向を示す信号を出力する。また、モータが30度回転するごとに一つのパルス信号を出力する。ここで、モータの起動から停止までの回転速度は一定である。 モータが10回転すると、各可動部の角度は1度変化する。
$\theta 2$ 用モータ	
$\theta 3$ 用モータ	
H用モータ	<ul style="list-style-type: none"> Hを0~400mmの範囲で駆動するモータ モータには、エンコーダが内蔵されている。エンコーダは、回転方向を示す信号を出力する。また、モータが30度回転するごとに一つのパルス信号を出力する。ここで、モータの起動から停止までの回転速度は一定である。 モータが10回転すると、ベッドの高さは10mm変化する。
$\theta 1$ 用センサ	$\theta 1$ の値が0~1度でONとなるセンサ
$\theta 2$ 用センサ	$\theta 2$ の値が0~1度でONとなるセンサ
$\theta 3$ 用センサ	$\theta 3$ の値が0~1度でONとなるセンサ
H用センサ	Hの値が0~10mmでONとなるセンサ

(2) 操作部

操作部は、制御部とシリアル通信で接続される。操作部の外観及び構成要素の機能を図3に示す。

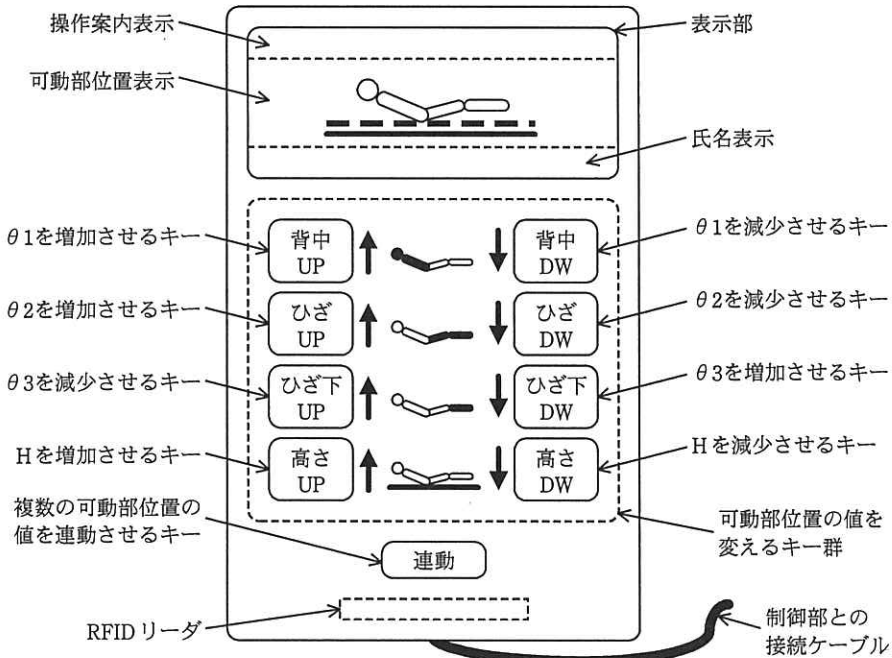
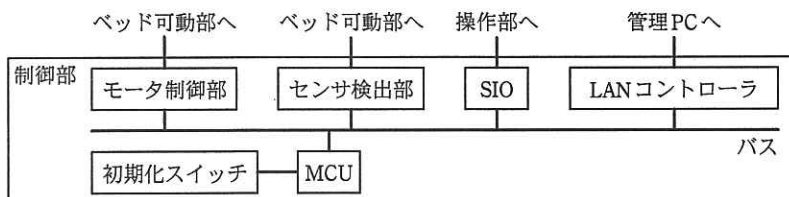


図 3 操作部の外観及び構成要素の機能

- ・表示部は、操作案内、氏名及び可動部位置を LCD で表示する。これらの表示データは、ビットマップデータで制御部から受信する。操作案内表示には、使用中、ID 照合中、操作可などが表示される。
- ・それぞれのキーを 0.2 秒以上押すと、制御部にキー ON 情報を 1 回送信する。押し終わったキーを離すと、制御部にキー OFF 情報を 1 回送信する。キーを押している間に他のキーが押されたときは、制御部にキー OFF 情報を送信し、押し終わったキーが全て離されるまで、キーが押されたことを検出しない。
- ・RFID リーダは、RFID タグから利用者 ID を読み取る。RFID タグは、利用者の手首に巻かれている。

(3) 制御部

制御部のハードウェア構成を図 4 に、制御部のハードウェア構成要素の概要を表 2 に示す。



MCU：ワンチップマイコン

図 4 制御部のハードウェア構成

表 2 制御部のハードウェア構成要素の概要

構成要素	概要
MCU	ベッドを制御するワンチップマイコン。プログラム、ベッド番号などを記憶するフラッシュメモリ、RAM 及び入出力ポートが内蔵されている
LAN コントローラ	管理 PC との通信用 LAN コントローラ
SIO	操作部との通信用シリアルコントローラ
モータ制御部	モータの駆動回路及びエンコーダパルスのカウント回路
センサ検出部	各センサの ON/OFF の検出回路
初期化スイッチ	$\theta 1$, $\theta 2$, $\theta 3$ を 0 度に、H を 0 mm にする初期化要求を、管理 PC に送信するモーメントリスイッチ

[可動部位置の可動範囲制限]

表 1 に示すように、 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ 、 $\theta 3$ の可動範囲は 0~90 度であるが、相互の関係によって制限が生じる。その制限値を次の関係式で示す。また、式中の $\phi 1$ 及び $\phi 2$ の位置を図 5 に示す。

- ・ $0 \leq \theta 3 \leq \theta 2 \times 2$ 式 1
- ・ $90 \leq \phi 1 \leq 180$ 式 2
- ・ $\phi 1 = 180 - (\theta 1 + \theta 2)$ 式 3
- ・ $90 \leq \phi 2 \leq 180$ 式 4
- ・ $\phi 2 = 180 - \theta 3$ 式 5

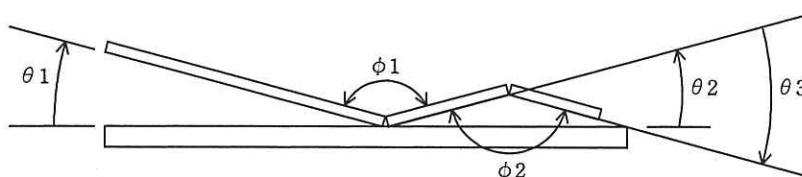


図 5 $\phi 1$ 及び $\phi 2$ の位置

なお、利用者の身体状況に合わせ、 $\phi 1$ 及び $\phi 2$ の最小角度値を管理 PC から指示することで、90 度以上の任意の値で制限することができる。

[ベッドシステムの動作]

(1) 管理 PC の動作

管理 PC は、ベッド番号ごとの利用状況を状態として管理する。ベッド番号ごとの利用状況の状態遷移を図 6 に示す。

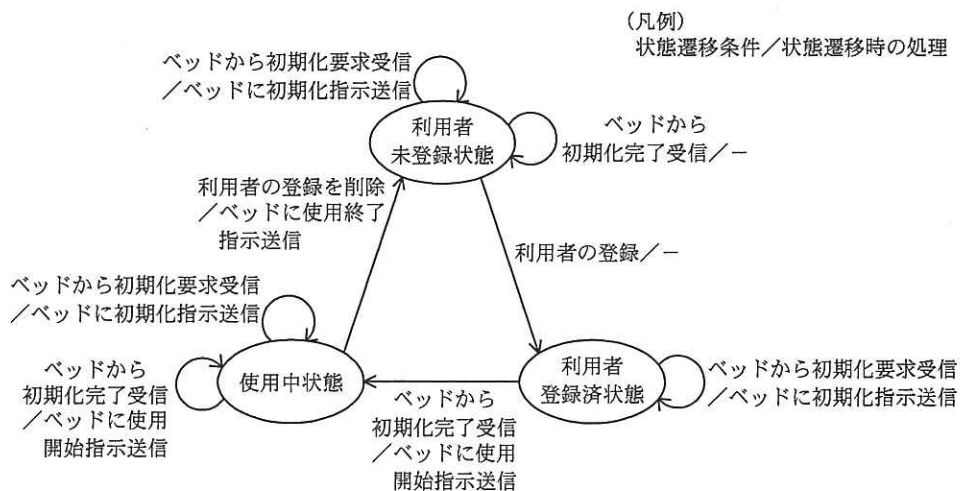


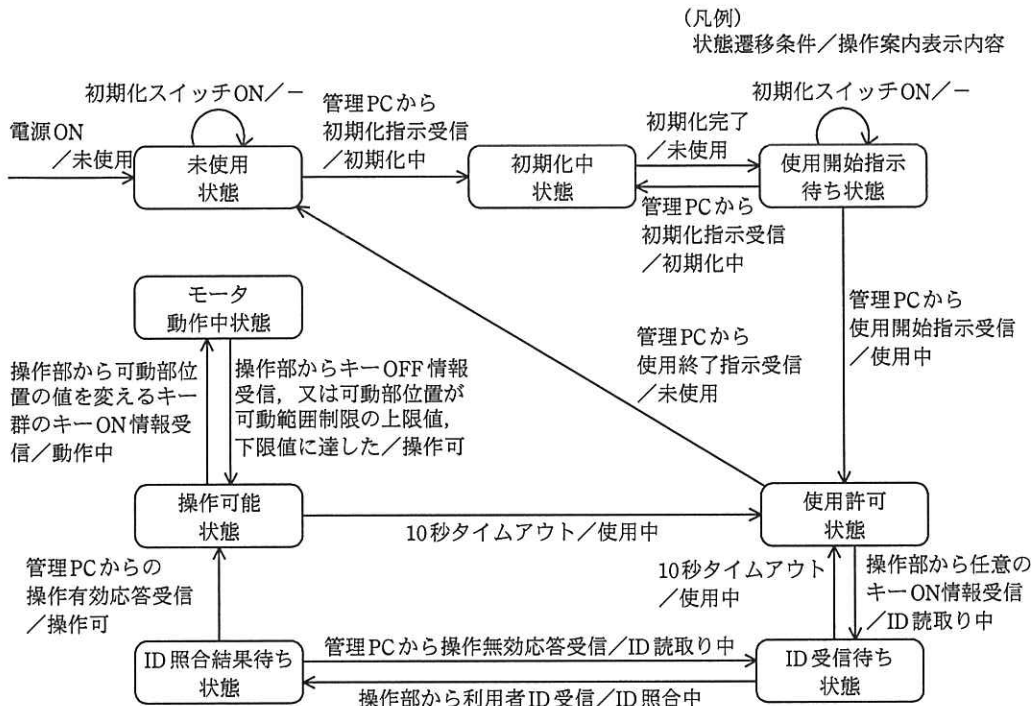
図 6 ベッド番号ごとの利用状況の状態遷移

次に、管理 PC の処理内容を示す。

- ・利用者未登録状態のベッドにおいて、利用者の氏名、利用者 ID などが登録されると、そのベッドを利用者登録済状態とする。
- ・いずれの状態においても、ベッドから初期化要求を受信すると、初期化要求を送信したベッドに初期化指示を送信する。
- ・初期化指示を送信したベッドから初期化完了を受信すると、そのベッドが利用者未登録状態のときは、何もせずに利用者未登録状態のままとする。利用者登録済状態のときは、そのベッドに使用開始指示を送信して使用中状態にする。使用中状態のときは、そのベッドに使用開始指示を送信して使用中状態のままとする。
- ・使用中状態のベッドから利用者 ID を受信すると、利用者 ID の照合を行い、操作有効応答又は操作無効応答をそのベッドに送信する。操作有効応答には、利用者氏名、図 5 に示す $\phi 1$ 及び $\phi 2$ の最小角度値が含まれる。
- ・使用中状態のベッドから受信した可動部位置情報を、動作履歴として管理する。
- ・利用者の退院などでベッドが空いたときは、利用者の登録を削除する。利用者の登録が削除されると、使用中状態のそのベッドに使用終了指示を送信してそのベッドを利用者未登録状態にする。

(2) 制御部の動作

ベッドの制御部の状態遷移を図 7 に示す。



注記 - は、表示内容に変化がないことを示す。

図 7 ベッドの制御部の状態遷移

次に、制御部の処理内容を示す。

- ・電源が ON されると、“未使用”の操作案内表示だけをして未使用状態となる。電源 ON 中の各状態において、電源 OFF 後に再度電源が ON されても“未使用”の操作案内表示だけをして未使用状態となる。
- ・初期化スイッチが押されると、未使用状態又は使用開始指示待ち状態のときだけ管理 PC に初期化要求を送信する。初期化要求には、要求したベッドのベッド番号が含まれる。
- ・未使用状態又は使用開始指示待ち状態で、管理 PC から初期化指示を受信すると初期化中状態となり、各センサを使用して $\theta 1$, $\theta 2$, $\theta 3$ が 0 度、H が 0 mm になるように、各モータを動作させる。初期化が完了すると、可動部位置を表示し、管理 PC に初期化完了を送信して管理 PC からの使用開始指示待ち状態となる。
- ・使用開始指示待ち状態で、管理 PC から使用開始指示を受信すると、使用許可状態となる。

- ・使用許可状態で、操作部から任意のキーON 情報を受信すると、操作部に RFID 読取り許可を送信して利用者の ID 受信待ち状態となる。RFID 読取り許可を受信した操作部は、RFID リーダで利用者 ID を読み取ると、制御部に利用者 ID を送信する。
 - ・ID 受信待ち状態で、操作部から利用者 ID を受信すると、操作部に RFID 読取り禁止を送信し、管理 PC にその利用者 ID を送信して ID 照合結果待ち状態となる。一方、ID 受信待ち状態で、操作部から 10 秒間利用者 ID の受信がないときは、操作部に RFID 読取り禁止を送信して使用許可状態となる。
 - ・ID 照合結果待ち状態で、管理 PC から操作有効応答を受信すると、氏名表示に利用者氏名を表示して操作可能状態となる。一方、操作無効応答を受信すると、操作部に RFID 読取り許可を送信して再度 ID 受信待ち状態になる。
 - ・操作可能状態で、 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ 、 $\theta 3$ 又は H の値を変えるキーON 情報を操作部から受信すると、モータ動作中状態として、可動範囲制限内で該当するモータを動作させる。一方、操作可能状態で、キーON 情報の受信が 10 秒間ないときは、利用者氏名を消去して使用許可状態となる。
 - ・モータ動作中状態で、キーOFF 情報を受信するか、可動部位置が可動範囲制限値に達すると、モータを停止して操作可能状態となる。このとき、可動部位置表示にその可動部位置を表示し、 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ 、 $\theta 3$ 及び H の値を可動部位置情報として管理 PC に送信する。
 - ・使用許可状態で、管理 PC から使用終了指示を受信すると、未使用状態となる。
- (3) 可動部位置の連動制御
- ・制御部は、操作可能状態で操作部から連動キーON 情報を受信すると、連動モードとなり、 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ 、 $\theta 3$ の可動部位置の値を変える一つのキーで、複数の可動部位置を連動して同時に変えることができる。例えば、ひざ DW キーを押したとき、可動範囲制限の式 1 に示す $\theta 3$ の制限値に達しても $\theta 2$ 用モータを停止せずに、 $\theta 3$ 用モータを駆動して $\theta 3$ の値が式 1 を満たすようにする。
 - ・連動モード中は、可動部位置表示に連動を表示する。
 - ・制御部は、連動モード中に操作部から連動キーON 情報を再度受信したとき、又は操作可能状態から使用許可状態になったとき、連動モードを解除する。

〔制御部のソフトウェア概要〕

制御部には、リアルタイム OS を使用する。制御部のタスク構成を図 8 に、制御部のタスク処理概要を表 3 に示す。

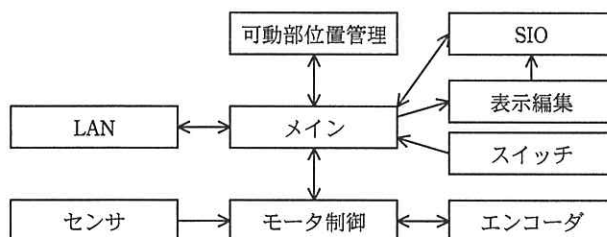


図 8 制御部のタスク構成

表 3 制御部のタスク処理概要

タスク名称	処理概要
メイン	制御部全体を管理する。
可動部位置管理	可動部位置を管理する。
LAN	LAN プロトコルを制御する。
SIO	シリアル通信を制御する。
表示編集	操作部に表示する表示データを編集する。
スイッチ	初期化スイッチの ON/OFF を検出する。
センサ	各センサの ON/OFF を検出する。
モータ制御	モータの ON/OFF を制御する。エンコーダタスクにモータの回転開始及び停止を通知する。モータ動作中状態で、エンコーダタスクから回転方向及びモータの動作量を取得し、可動部位置の値を計算する。
エンコーダ	モータ駆動中のエンコーダパルス信号から、動作方向を含む動作量を計算する。

設問 1 ベッドシステムの仕様について、(1)～(3)に答えよ。

(1) ベッドシステムの要求性能について検討した。

(a) 15 秒間で、ベッドの高さ H を 0 mm から 400 mm まで動作させるための H 用モータの 1 分間当たりの回転数を求めよ。また、この間に出力されるエンコーダのパルス数を求めよ。答えは小数点第 1 位を四捨五入して、整数で求めよ。

(b) 連動モードでないとき、現在の可動部位置における θ_1 が 30 度、 θ_3 が 20 度で、管理 PC から指示された ϕ_1 の最小値が 120 度のとき、 θ_2 の動作可能範囲は何度から何度までか。答えは小数点第 1 位を四捨五入して、整数で求めよ。

よ。

(2) 管理 PC，制御部及び操作部間の通信シーケンスを図 9 に示す。

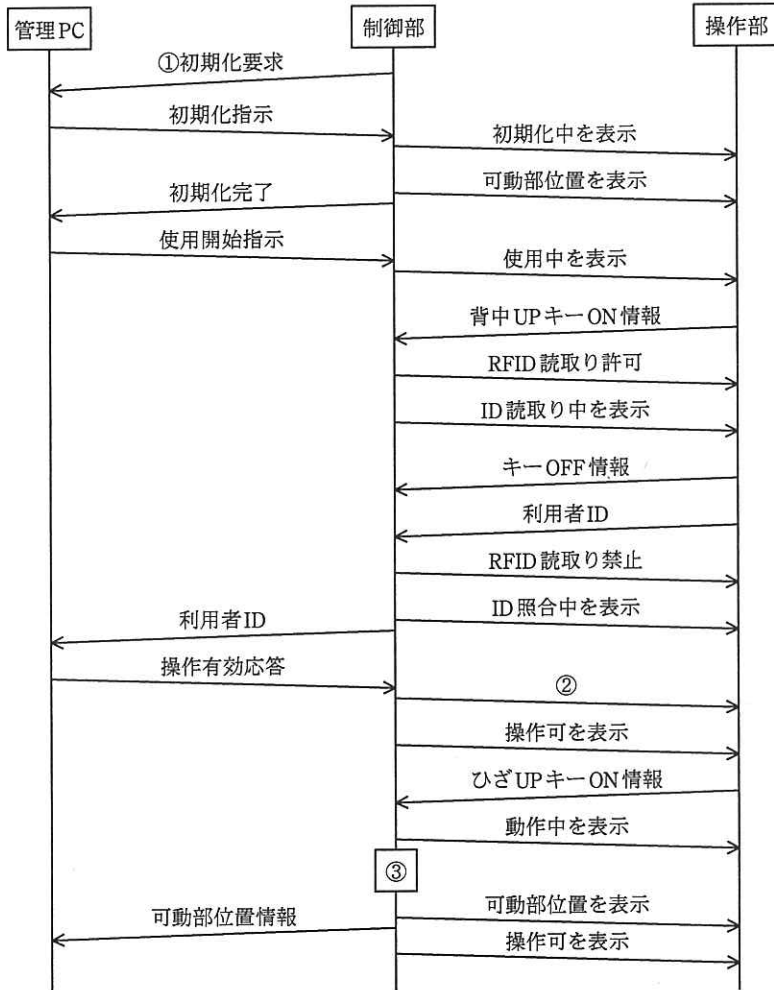


図 9 管理 PC，制御部及び操作部間の通信シーケンス

(a) 図 9 中の①初期化要求に対して，管理 PC は使用中状態においても初期化指示を送信し，更に初期化完了に対して使用開始指示を送信する仕様にした。これは，制御部がある状況になったとき，管理 PC と制御部間における状態の不一致を解消するためである。この場合のある状況について，60 字以内で述べよ。

(b) 図 9 中の②で，制御部が操作部に送信した内容を，10 字以内で述べよ。

(c) 図9中の③で、制御部が判断したことを、35字以内で述べよ。

(3) 連動モードの仕様について検討した。

(a) $\theta 1$, $\theta 2$, $\theta 3$ の可動部位置の値を変えるキーのうち、連動制御を伴わないキーが二つある。その二つのキーを、図3中の名称で答えよ。

(b) 背中UPキーを押したとき、連動制御によって $\theta 1$ 用モータと同時に駆動する可能性のあるモータを、表1中の名称で全て答えよ。

設問2 ベッドシステムのソフトウェア設計について、(1), (2)に答えよ。

(1) 制御部のモータ制御タスクをモータごとに生成する。

連動モード中ではないときの、モータ動作中状態における停止条件を表4に示す。ここで、各タスクの優先度は同じとする。

表4 モータ動作中状態における停止条件

タスク	停止条件
全タスク共通	・操作部からキーOFF情報を受けたとき
$\theta 1$ 用モータ制御	・ $\theta 1$ が0度になったとき ・ $\theta 1$ が90度になったとき ・ $\phi 1$ が最小角度値になったとき
$\theta 2$ 用モータ制御	・ $\theta 2$ が0度になったとき ・ $\theta 2$ が90度になったとき ・ $\phi 1$ が最小角度値になったとき ・ $\phi 2$ が最小角度値になったとき ・ <input type="text" value="a"/>
$\theta 3$ 用モータ制御	・ $\theta 3$ が0度になったとき ・ $\theta 3$ が90度になったとき ・ $\phi 2$ が最小角度値になったとき ・ <input type="text" value="b"/>
H用モータ制御	・Hが0mmになったとき ・ <input type="text" value="c"/>

(a) 表4中の ~ に入れる適切な停止条件を述べよ。

(b) 表4の停止条件に加えて、操作可能状態におけるモータの動作開始条件について検討した。次の記述中の ~ に入れる適切な字句を答えよ。

操作部からキーON情報を受け取ったときの各モータの動作禁止条件に、表

4を適用できないか検討したところ、そのまま利用すると次のような問題が生じることが分かった。

表4中の下線部を利用したとき、 $\theta 1$ が の場合に を押しても $\theta 1$ 用モータを動作させることができない。そこで、 $\theta 1$ 用モータの動作禁止条件は、表4中の下線部を“ $\theta 1$ が の場合に、 のON情報を受け取ったとき”と変更して適用することにした。

(2) 図7の状態遷移時の処理をメインタスクで行う。

- (a) 使用許可状態からID受信待ち状態に遷移するとき、10秒タイマの開始及び表示部への表示以外に、制御部が行う処理を25字以内で述べよ。
- (b) モータ動作中状態から操作可能状態に遷移するときの処理手順に関する次の記述中の ～ に入れる適切な字句を答えよ。

タスクにモータの停止を送信し、モータを停止させる。次に、 タスクから取得した を可動部位置管理タスクに送信し、フラッシュメモリに記憶させる。また、管理PCに 情報を送信するために タスクに送信し、操作部に を表示するために タスクに送信する。さらに、操作部に“操作可”を表示するために タスクに送信する。最後に、 する。

設問3 ハードウェア故障の検出内容について、(1)、(2)に答えよ。

ベッドシステムのハードウェア故障時の機能安全対策をソフトウェアで実現したい。ベッドシステムのハードウェア故障を列挙し、それぞれの影響を評価した。その結果を基に、ベッドの利用者に危害を及ぼすおそれがあり、ベッドを直ちに停止させる必要があるハードウェアの故障内容及びソフトウェアでの検出方法の一部を表5に示す。

表5 ハードウェアの故障内容及びソフトウェアでの検出方法の一部

故障箇所	故障内容	検出タスク	検出方法
モータのエンコーダ	モータ動作中にパルス信号が出力されない。	モータ制御	<input type="text" value="ℓ"/> ことを検出する。
	回転方向を示す信号が正しくない(逆になっている)。	モータ制御	<input type="text" value="m"/> ことを検出する。
	回転に比例したエンコーダ出力が得られない。	モータ制御	エンコーダタスクからモータの動作量を一定周期で読み取り、変化量が一定していないことを検出する。
シリアル通信回線	<u>キーのON/OFF情報を受信できない。</u>	メイン	<input type="text" value="n"/> ことを検出する。

- (1) 表5中の , に入れる適切な検出方法を、それぞれ60字以内で述べよ。
- (2) 表5中の下線部は、モータ動作中状態でシリアル通信回線が故障した場合に、操作部のキーを離してもモータを即時に停止させることができない。このような場合は、制御部の対策だけでは検出ができず、操作部の処理も変更する必要がある。操作部の変更後の処理を、35字以内で述べよ。また、変更した操作部の処理に対する、 に入れる適切な検出方法を、30字以内で述べよ。

[メモ用紙]

〔メモ用紙〕

6. 退室可能時間に途中で退室する場合には、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	15:10 ~ 16:20
--------	---------------

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。
9. 試験時間中、机の上に置けるもの及び使用できるものは、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（アラームなど時計以外の機能は使用不可）、ハンカチ、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、すべて提出してください。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。

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