

平成 25 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 無人飛行機の自律飛行制御に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

D社は、地上写真撮影用の無人飛行機（以下、飛行機という）を開発している。飛行機は、指定された地上写真撮影地点（以下、撮影地点という）に沿って自律飛行し、撮影した写真データを地上局に送信する。

〔飛行機の概要〕

飛行機の外観を図1に、飛行機の仕様概要を表1に示す。

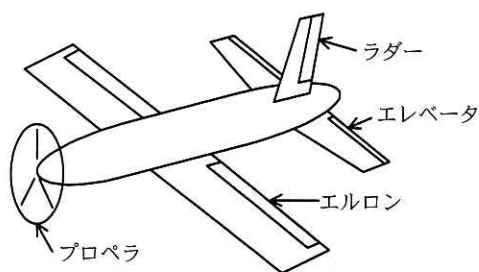


図1 飛行機の外観

表1 飛行機の仕様概要

項目	仕様
飛行速度	最高速度：60 km/時，巡航速度：40 km/時
航続距離	最大：15 km
主電源用電池	12 V，6 Ah
撮影のための主要装備	カメラ，GPS，姿勢センサ

- ・カメラ，GPS，姿勢センサなどを装備する。
- ・指定された複数の撮影地点を順番に通過し，自律飛行しながら地上を撮影する。
- ・撮影地点は，フライトミッションデータ（飛行機が通過すべき撮影地点及び飛行速度）として格納されている。
- ・サーボ制御によって三つの舵かじを操作し，姿勢制御を行う。主翼に付いている舵をエルロン，水平尾翼に付いている舵をエレベータ，垂直尾翼に付いている舵をラダーと呼ぶ。これらの舵を操作して上昇，下降，旋回を行う。
- ・プロペラの回転によって推力を得る。

[システム構成]

飛行機のシステム構成を図2に示す。

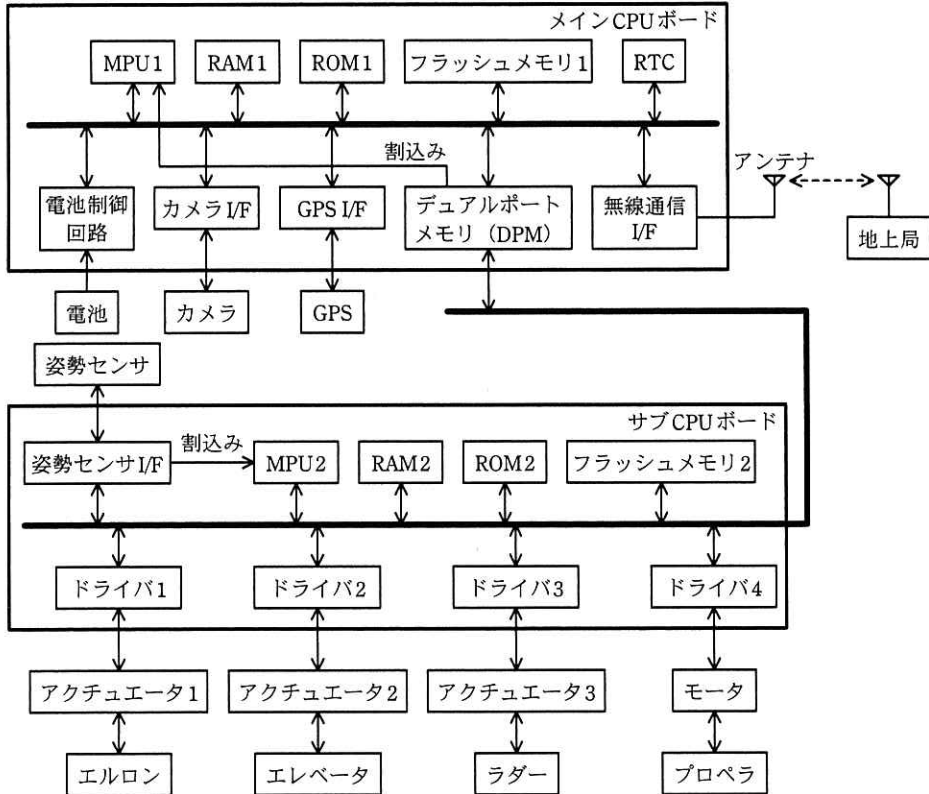


図2 飛行機のシステム構成

- ・メイン CPU ボードは、主に飛行中の現在位置の座標計算，飛行経路作成，写真撮影及び地上局との通信を行う。
- ・サブ CPU ボードは、姿勢制御，飛行速度制御及び経路制御を行う。

メイン CPU ボードとサブ CPU ボードの各構成要素の概要を，表2に示す。

表2 メイン CPU ボードとサブ CPU ボードの各構成要素の概要

構成要素		概要
メイン CPU ボード	サブ CPU ボード	
MPU1	MPU2	・32ビット MPU。300MHz で動作
RAM1	RAM2	・各2M バイト。SRAM
ROM1	ROM2	・各1M バイト
フラッシュメモリ1	フラッシュメモリ2	・各1M バイト
GPS I/F		・GPS から経度、緯度、高度情報及び時刻情報を受け取り、それぞれ32ビットで MPU1 に出力する。 ・各情報の更新周期は1秒 ・電波受信不可のときは、前回のデータが出力される。
RTC		・リアルタイムクロック IC。年、月日、時分、秒を各16ビットで出力する。
DPM		・32k バイト。両ポートからメモリに同時にアクセスできる。サブ CPU ボードから特定のアドレスに書き込みがあると、MPU1 に割込み信号を出力する。
カメラ I/F		・カメラ内の画像メモリから3,200×3,200ピクセル、16ビット/ピクセルのデータを受け取る。16ビット幅アクセス
電池制御回路		・主電源用電池の残量を管理する。
無線通信 I/F		・地上局との通信に使用する。半二重通信
	姿勢センサ I/F	・3軸加速度センサ、地磁気センサ、ジャイロスコープで構成されている姿勢センサから、3軸加速度とピッチ角（機首を上下した角度）、ロール角（機体を左右に傾けた角度）、ヨー角（機首を左右にずらした角度）の各データを、符号付き16ビットで受け取る。 ・姿勢センサからのデータには、通信異常検出のために、送信ごとに1加算される符号なし16ビットの通し番号が付加されている。 ・姿勢センサ I/F は、受信した最終データを保持している。
	ドライバ1~4	・アクチュエータ、モータを駆動するサーボアンプ及び I/F で構成されている。 ・MPU2 からの指定値によって、舵、プロペラを制御する。

- ・フライトミッションデータは、飛行機の離陸前にフラッシュメモリ1に格納される。
- ・撮影地点は、各32ビットのデータ（緯度情報、経度情報、高度情報）で表現される。メイン CPU ボードは、これらのデータから5秒後に通過すべき目標座標を設定して、DPM 経由でサブ CPU ボードに渡す。目標座標までの経路が飛行経路となる。
- ・機体姿勢は、各16ビットのデータ（ピッチ角、ロール角、ヨー角）で表される。

撮影地点と目標座標の一例を図3に示す。

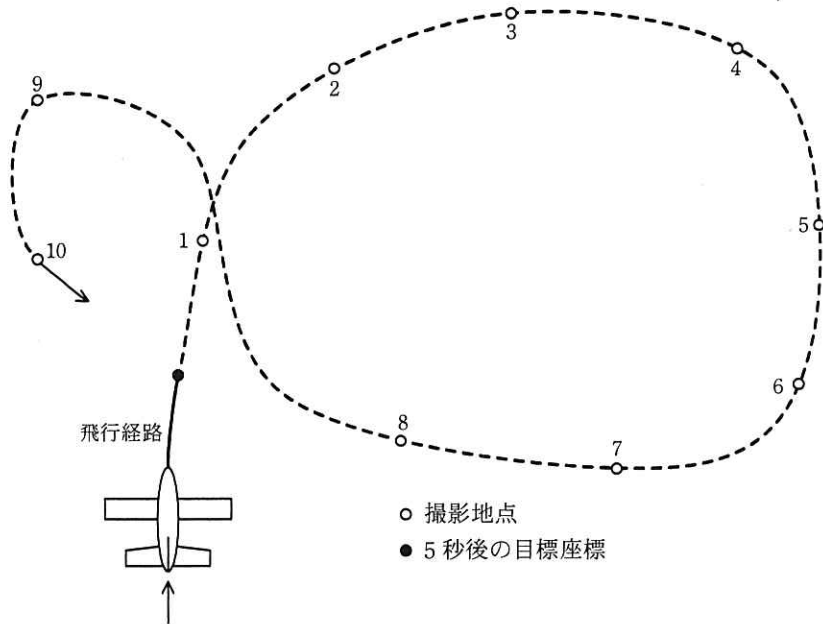


図3 撮影地点と目標座標の一例

飛行機は、通過する撮影地点の半径 10 m 以内に入ると写真を撮影し、この地点を通過したものとして、次の撮影地点を目指す。

舵とプロペラのドライバ 1～4 には、次の異常検出機能がある。

- ・ 舵を制御するドライバ 1～3 では、電流を監視して過電流を検出するが、断線による不通電は検出しない。
- ・ プロペラを制御するドライバ 4 では、電流を監視し、過電流と、断線による不通電を検出する。

これらの異常発生を検出すると、MPU 2 は、旋回飛行に移るように、各舵を所定の角度に設定する指示を出す。これを“その場旋回指示”と呼ぶ。同時に、MPU 1 は地上局へ異常発生を知らせる。その後、地上局から直接、アクチュエータとモータを操作するマニュアル操作に移行する。

[メイン CPU ボード]

メイン CPU ボードは、次の処理を 500 ミリ秒周期で実行する。

- ・フラッシュメモリ 1 から、目標とする撮影地点及び飛行速度を読み込む。
- ・現在の飛行地点の座標と撮影地点の座標から、5 秒後に通過すべき地点を目標座標として設定する。
- ・次の撮影地点が機体の後方にある場合には、大きく旋回して撮影地点に向かうようにする。
- ・指定された飛行速度から、プロペラの回転速度を決定する。
- ・電池の残量を計測する。
- ・現在座標、目標座標及びプロペラの回転速度を DPM に書き出す。
- ・撮影地点の半径 10 m 以内に到達し、かつ機体がほぼ水平状態のときに地上の写真を撮影し、地上局に写真データを送信する。

[サブ CPU ボード]

サブ CPU ボードは、次の処理を 200 ミリ秒周期で実行する。処理時間は最大 100 ミリ秒である。

- ・DPM から、現在座標、目標座標及びプロペラの回転速度を読み込む。
- ・姿勢センサからのデータを用いて機体の現在の姿勢を計算する。
- ・現在座標と目標座標から飛行方向を決定し、目標姿勢を計算する。これを経路制御と呼ぶ。
- ・経路制御で計算された目標姿勢と機体の現在の姿勢から、舵の操作量を計算し、ドライバ 1～3 に出力する。これを姿勢制御と呼ぶ。姿勢制御は、1 回の処理周期の中で複数回実行する。経路制御と姿勢制御の流れを図 4 に示す。

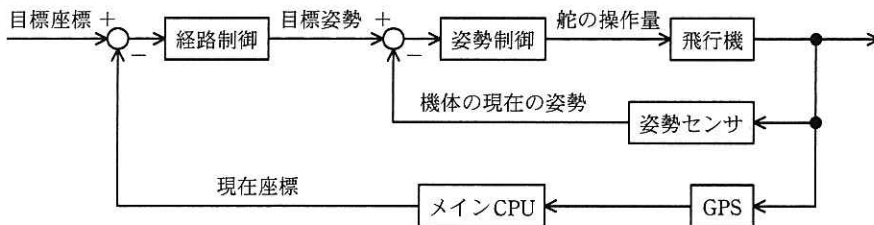


図 4 経路制御と姿勢制御の流れ

設問 1 飛行機の制御について、(1)～(3)に答えよ。

- (1) サブ CPU ボードで、姿勢制御の実行頻度を経路制御よりも高くしている理由を 30 字以内で述べよ。
- (2) 撮影地点の半径 10 m 以内に到達し、かつ機体がほぼ水平状態のときに地上の写真を撮影したい。しかし、撮影地点に到達した時点で、風の影響で機体が水平状態でなかったため、姿勢制御をしている間に撮影地点を通過してしまった。この後、メイン CPU ボードが設定すべき飛行経路を、30 字以内で述べよ。
- (3) 撮影条件の確認のために、サブ CPU ボードから DPM 経由でメイン CPU ボードに通知すべき情報を、10 字以内で述べよ。また、メイン CPU ボードが、その情報をどのように使用すべきか。35 字以内で述べよ。

設問 2 メイン CPU ボードとサブ CPU ボードの制御内容について、(1)～(3)に答えよ。

- (1) 撮影地点を通過する際、GPS からの情報だけでは撮影地点の半径 10 m 以内に入ったことを検出できず、通過してしまう可能性があることが分かった。そこで、GPS からの情報の不足分は、姿勢センサの情報で補うことにした。
 - (a) 最高速度で飛行している場合、GPS からの現在座標の情報が更新されるまでに、最大で何 m 移動するか。答えは小数第 2 位を四捨五入して、小数第 1 位まで求めよ。
 - (b) 姿勢センサのどの情報をどのように使用するのがよいと考えられるか。40 字以内で述べよ。
- (2) メイン CPU ボードが目標座標を更新してから、サブ CPU ボードがドライバに舵の操作量を出力するまでの遅れ時間は、最大何ミリ秒か。答えは整数で求めよ。ここで、サブ CPU ボードは定周期処理の最初で目標座標を読み込み、定周期処理の最後で舵の操作量を出力するものとする。
- (3) 飛行機に搭載するカメラは、所定の高度で地上を $100\text{ m} \times 100\text{ m}$ の正方形の範囲で撮影し、写真データを複数のパケットに分割して地上に伝送する。1 パケットの伝送フォーマットを図 5 に示す。ここで、伝送エラー率は、 1×10^{-6} とし、伝送エラーが発生したときには、そのパケットを再送するものとする。
 - (a) 60 km/時 で飛行している場合に、地上を隙間なく撮影するには何秒の周期で撮影する必要があるか。答えは小数第 2 位を四捨五入して、小数第 1 位まで求めよ。

- (b) 写真 1 枚分のデータを送信する間に、再送は何回発生すると推定されるか。答えは小数第 1 位を四捨五入して、整数で求めよ。ただし、再送時に伝送エラーは発生しないものとする。

ヘッダ	識別情報	データ長	写真データ	CRC
-----	------	------	-------	-----

注記 ヘッダ、識別情報、データ長、CRC：各 2 バイト
写真データ：100 バイト

図 5 伝送フォーマット

設問 3 シミュレータを用いた検証について、(1)～(3)に答えよ。

飛行機の動作を検証したいが、飛行中に検証するのは難しい。そこで、シミュレータを用いて、姿勢センサ、GPS、アクチュエータ及びモータを模擬し、検証することにした。シミュレータ接続時のシステム構成を図 6 に、シミュレータの構成要素と説明を表 3 に示す。

- ・ドライバ 1～4 からの出力は、シミュレータのリレー回路 1～4 を経由して、A/D1～4 に入力される。
- ・エルロンアクチュエータモデル、エレベータアクチュエータモデル、ラダーアクチュエータモデル及びプロペラモータモデルは、舵の操作量とプロペラの回転速度を更新する。
- ・機体モデルは、舵の操作量とプロペラの回転速度を入力とし、姿勢情報と現在座標を出力とする。機体モデルには、機体の初期姿勢情報、初期現在座標がパラメータとして設定されている。機体モデルは、風などの影響を含んだ飛行機の運動を計算し、姿勢情報と現在座標を更新する。
- ・GPS モデルは、GPS I/F に緯度、経度、高度情報及び時刻情報を送信する。
- ・姿勢センサモデルは、姿勢センサ I/F に 3 軸加速度、ピッチ角、ロール角、ヨー角及び通し番号を送信する。

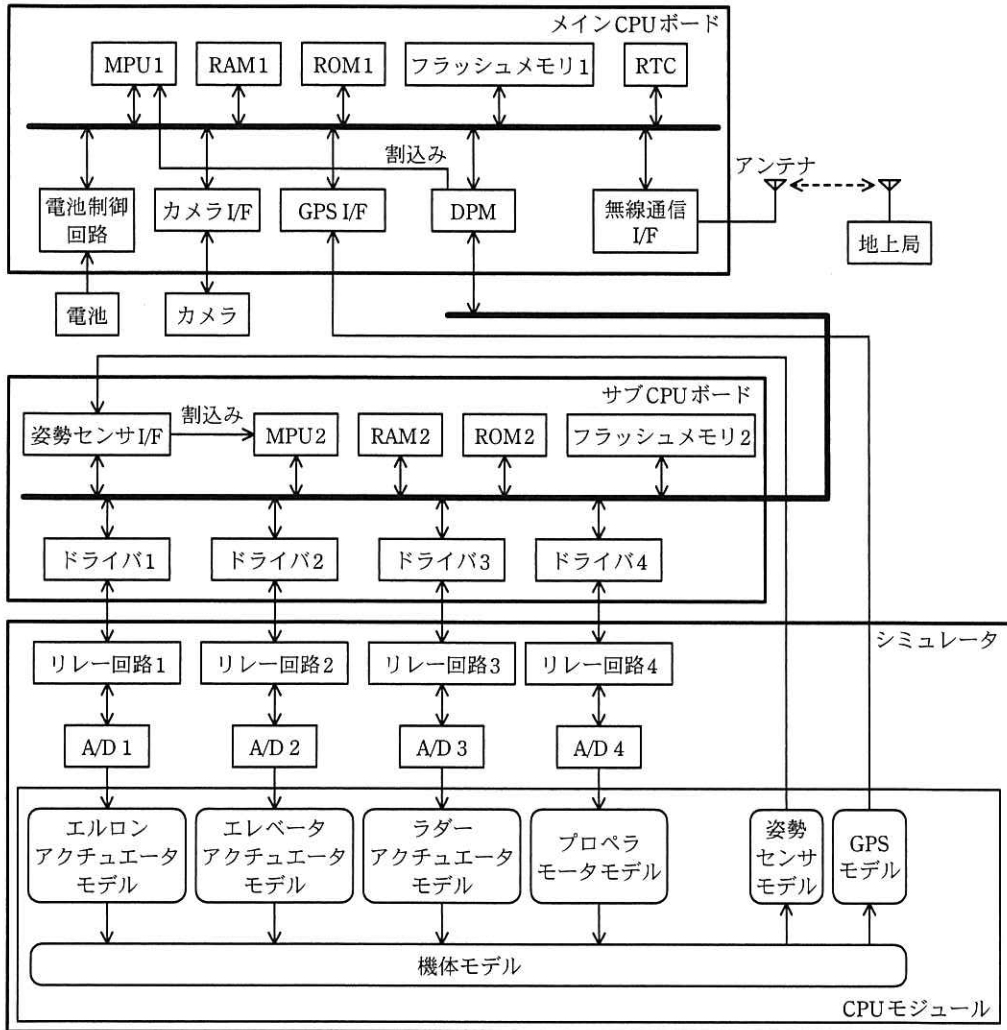


図6 シミュレータ接続時のシステム構成

表3 シミュレータの構成要素と説明

構成要素	説明
CPUモジュール	・シミュレータのソフトウェアを実行する。
A/D1~4	・A/Dコンバータ。入力レンジ±20V（差動入力）、分解能16ビット、変換時間2マイクロ秒/チャンネル、過電圧保護回路付き
リレー回路1~4	<p>・断線、短路を模擬するための回路であり、図に示すように2個のリレーとダミー抵抗で構成されている。</p> <p>・リレー接点は、CPUモジュールからの指示によって開閉する（図は開の状態）。</p> <p>・ダミー抵抗として、1MΩの抵抗が取り付けられている。ダミー抵抗は、任意の抵抗に交換することができる。</p>

- (1) モータのシミュレーションに関する次の記述中の a ~ d に入れる適切な字句を答えよ。

メイン CPU ボード、サブ CPU ボードとシミュレータを接続し、地上静止時から離陸までのシミュレーションを行うことにした。ところが、地上でモータを駆動しているとき、シミュレーション環境の全てのハードウェアが正常であるにもかかわらず、a が異常状態を検出し、b と判定された。異常の原因は、シミュレータに接続されている回路の抵抗値がモータの内部抵抗よりも大きく、a が駆動したときの電流値が異常判定のしきい値よりも c かったからである。この対策として、a に接続しているリレー回路の d を、抵抗値の小さいものに変更した。

- (2) リレー回路1を使用して故意に異常を発生させ、ドライバ1の異常検出時の動作を検証する場合、正常時と異常時でリレー回路の状態をどのようにすればよいか。正常時と異常時のリレー接点1とリレー接点2の状態を、それぞれ“開”、“閉”で答えよ。

(3) GPS 信号は途切れることがあるので、飛行機が飛行経路から大きく外れてしまうことが考えられる。

(a) GPS 信号を受信できなかったことを、どの情報がどのような状態であることから判断すればよいか。20 字以内で述べよ。

(b) GPS 信号を受信できないときに、姿勢センサの通信異常が発生した場合の安全動作を確認したい。シミュレータを使用して、飛行機の下降中に GPS モデルの情報更新を止め、その後、姿勢センサモデルの通信も停止したところ、飛行機は下降し続け、墜落してしまった。墜落させないための対策として、姿勢センサの通信異常を検出し、その後の動作を見直すことにした。

姿勢センサの通信異常検出では、姿勢センサからの通信が停止したことを、どの情報がどのような状態であることから判断すればよいか。20 字以内で述べよ。また、姿勢センサの通信異常検出後に、どのような動作をさせるのがよいか。30 字以内で述べよ。

問2 ヒートポンプ式給湯器に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

E社はヒートポンプ式給湯器（以下、給湯器という）を開発している。
給湯器の構造を図1に示す。

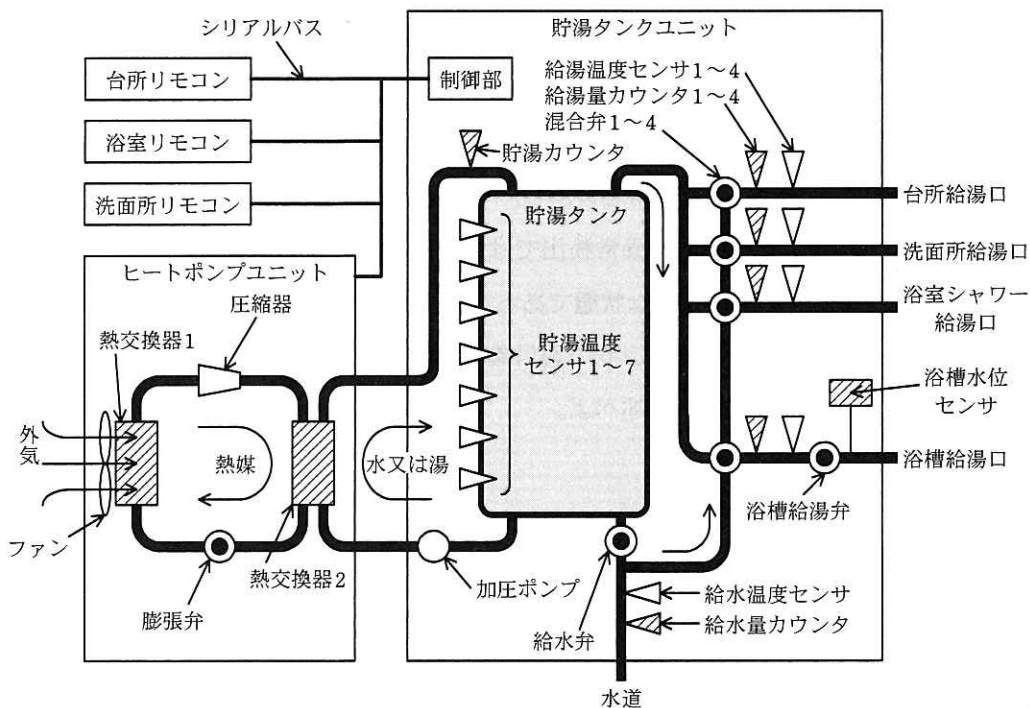


図1 給湯器の構造

貯湯タンクユニット、ヒートポンプユニット、各リモコンがそれぞれシリアルバスで接続され、貯湯タンクユニットに搭載された制御部が給湯器全体を制御する。

[貯湯・給湯の仕組み]

給湯器は、熱交換器1を使用して、二酸化炭素などの熱媒に外気の熱を吸収させた後、その熱媒を圧縮器で圧縮して更に高温にし、高温になった熱媒の熱を熱交換器2で水に伝えて湯を沸かす。熱の移動によって低温になった熱媒を膨張弁で膨張させ、更に低温にした後、再び熱交換器1を使用して、熱媒に外気の熱を吸収させる。

貯湯タンク（以下、タンクという）は常に満水状態であり、温度による比重の違いから、高温水と低温水が互いに混ざり合わない性質を利用し、上部に高温水、下部に

低温水を蓄える。湯を沸かす場合、ヒートポンプユニットを稼働した後、加圧ポンプを作動させ、タンク内の低温水をヒートポンプユニットで 65～90℃の高温水にしてタンクに戻す。タンク内の高温水の量を貯湯量、タンク内の高温水の温度を貯湯温度と呼ぶ。制御部は貯湯温度センサ 1～7 を使用して、貯湯量と貯湯温度を計測する。

各給湯口が開かれると、混合弁 1～4 及び給湯温度センサ 1～4 を使用して、タンクの高温水と水道水を、それぞれ設定された給湯温度になるように混合し、給湯する。タンク下部の給水弁は、通常開状態になっており、給湯のために使われた高温水と同量の水がタンクに給水されて、タンク内を常に満水状態に保つ。制御部は給湯量カウンタ 1～4 を使用して、給湯量を計測する。

一つの給湯口からの給湯に必要なタンク内の高温水の量は、給湯量、給湯温度、貯湯温度、給水温度を使用して次式で求めるものとする。

$$\text{高温水の量} = \text{給湯量} \times (\text{給湯温度} - \text{給水温度}) \div (\text{貯湯温度} - \text{給水温度}) \dots \textcircled{1}$$

[給湯器の機能]

(1) 貯湯機能

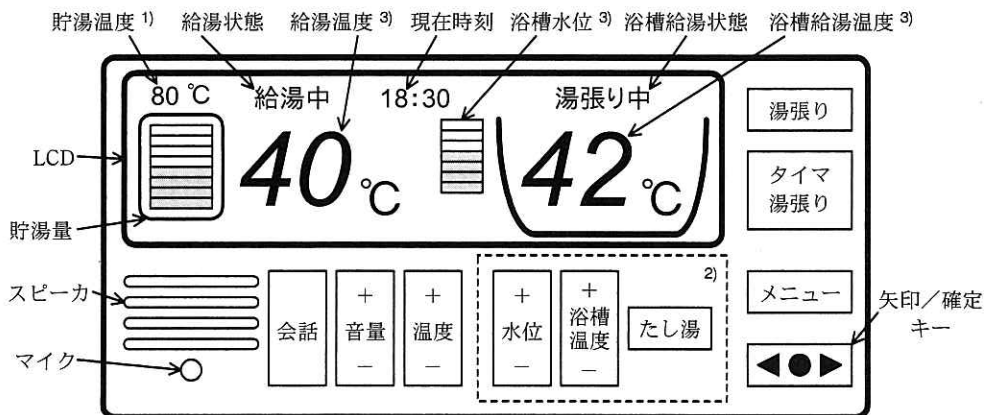
- ・台所、洗面所、浴室シャワー、浴槽でそれぞれ使用する 1 日分の給湯量及び給湯温度を、最近 7 日間の給湯量及び給湯温度から予測する。式 ① を用いて、それぞれに必要な高温水の量を求め、その合計値の 1.2 倍の量が貯湯されるまで深夜電力を使用して湯を沸かす。これを深夜電力貯湯という。
- ・貯湯量がある一定量以下になったら、50 リットル追加で湯を沸かして貯湯する。これを追加貯湯という。
- ・留守などで貯湯を停止する場合、停止日数をリモコンで設定する。

(2) 給湯機能

- ・リモコンで設定している給湯温度で給湯する。給湯温度は、台所、洗面所、浴室シャワー、浴槽ごとにそれぞれ設定する。
- ・浴槽給湯には、湯張り、たし湯などの機能があり、湯張りでは、浴槽水位センサで水位を計測しながら、リモコンで設定した水位まで浴槽に給湯する。

[リモコンの外観及びキーの機能]

リモコンの外観を図 2、リモコンのキーの機能を表 1 に、それぞれ示す。



注 1) 貯湯中は貯湯温度の表示を点滅する。また、貯湯を停止しているときは、貯湯温度の代わりに“貯湯停止中”と表示する。

2) 内²⁾のキーは、浴室リモコンにだけ搭載する。

3) 設定された温度又は水位を表示する。

図 2 リモコンの外観

表 1 リモコンのキーの機能

機能	キー名称	説明
給湯機能	温度、浴槽温度	台所、洗面所、浴室のリモコンで、給湯温度を 30～50℃の範囲で設定する。浴室リモコンの場合、浴室シャワーと浴槽の給湯温度は、温度キーと浴槽温度キーを使用して別々に設定できる。
	水位	湯張りするときの湯量を水位で設定する。
	湯張り	設定された温度で、設定された水位まで、浴槽に湯張りをする。
	たし湯	浴槽に一定量の湯を追加する。
	タイマ湯張り	指定時刻に湯張りを開始する。
会話機能	会話	キーを押している間、他のリモコンに音声を送る。
	音量	他のリモコンから音声を送られてきたときに再生する音量を設定する。
各種設定	メニュー	LCD にメニュー画面を表示し、矢印/確定キーを使用して次の設定を行う。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 現在時刻の設定 ・ 深夜電力時間帯の設定 ・ タイマ湯張りの時刻設定 ・ 留守などで貯湯を停止する場合の停止日数の設定と解除 ・ 追加貯湯を行うか、行わないかの設定
	矢印/確定キー	各種設定時に、設定項目を選択/増減し、確定する。

[シリアルバス通信の概要]

シリアルバス通信はポーリング方式とし、5 ミリ秒ごとに制御部から各リモコン、ヒートポンプユニットに順次データを送信し、その応答で、各リモコン、ヒートポンプユニットからのデータを受信する。シリアルバス通信のシーケンスを図 3 に示す。



図3 シリアルバス通信のシーケンス

シリアルバスで送受信されるデータはヘッダ部とペイロード部から成る。ヘッダ部は1バイト固定であり、データの送信先と音声データの有無情報が含まれる。ペイロード部には、15バイト固定の制御情報に加え、会話キーが押されている間はリモコンから制御部へのデータに20ミリ秒分の音声データが、また、リモコンで再生すべき音声があれば制御部からリモコンへのデータに20ミリ秒分の音声データが含まれる。

制御情報の一覧を表2に示す。

表2 制御情報の一覧

制御情報名	説明
稼働要求	制御部からヒートポンプユニットに対して、稼働の開始を要求する。
稼働応答	ヒートポンプユニットから制御部に対して、稼働を開始したことを通知する。
停止要求	制御部からヒートポンプユニットに対して、稼働の停止を要求する。
停止応答	ヒートポンプユニットから制御部に対して、稼働が停止したことを通知する。
表示要求	制御部からリモコンに対して、表示データを送信する。
キー入力通知	リモコンから制御部に対して、キー入力を通知する。ただし、“会話キー”は制御部には通知されない。
X	a

〔会話機能の概要〕

リモコンは会話キーが押されている間、マイクから入力された音声を8ビット、8kHzでサンプリングし、サンプリングされた音声データをポーリング周期で制御部に送信する。

制御部は各リモコンからの音声データの有無を調べ、必要に応じ音声データを合成し、各リモコンに送信する。例えば、洗面所リモコンに送信する音声データは、台所

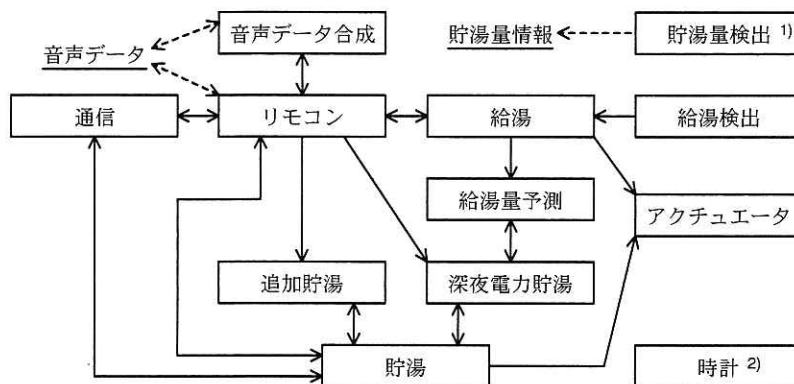
リモコンと浴室リモコンの音声データがあればそれら二つを合成した音声データとするが、どちらか片方しかなければその片方の音声データとし、どちらもなければ送信する音声データはなしとする。三つのリモコンに送信する音声データの合成処理は、ヒートポンプユニットに対するポーリングの時間を利用して、20 ミリ秒に 1 回行い、5 ミリ秒以内に完了する。

音声データは制御部から各リモコンへ送信され、音声データを受信したリモコンはスピーカから音声を再生する。

[制御部のソフトウェア概要]

制御部には、優先度に基づくプリエンプティブなスケジューリングを行うリアルタイム OS を使用する。このリアルタイム OS には、メールボックスによるタスク間メッセージ通信機能、セマフォによる資源管理機能などがある。

制御部のタスク構成図を図 4 に、制御部のタスク処理概要を表 3 に示す。



注記 実線の矢印は、タスク間のメッセージ通信の方向を示す。

破線の矢印は、メモリへの記憶と参照の関係を示す。

注 1) 貯湯量検出タスクは、貯湯量情報をメモリに記憶するだけで、時計タスク以外とのタスク間のメッセージ通信は行わない。

2) 時計タスクは、時計タスクの機能を必要とする複数のタスクとメッセージ通信を行うので、実線の矢印は省略している。

図 4 制御部のタスク構成図

表3 制御部のタスク処理概要

タスク名	処理の概要
通信	・各リモコン及びヒートポンプユニットとの通信を行う。
リモコン	・各リモコンから受信した情報を、関連するタスクに通知する。 ・各リモコンへの音声出力、図2に示すLCDへの表示情報などを管理する。
音声データ合成	・リモコンタスクからの指示で、音声データを合成する。
給湯検出	・3秒周期で、給湯量カウンタ1~4の変化を検出する。変化があれば、変化のあった給湯量カウンタの情報と給湯温度センサ情報を、給湯タスクに通知する。
給湯	・台所、洗面所、浴室シャワー、浴槽への給湯温度を制御する。 ・湯張り指示を受けると、事前に指定された温度、水位で湯張りをする。 ・指定された時刻になると、事前に指定された温度、水位でタイマ湯張りをする。 ・事前に指定された温度で、一定量のたし湯をする。 ・給湯、湯張り及びたし湯時の温度制御は、給湯検出タスクからの情報を基に行う。 ・1分間当たりの給湯量を給湯量予測タスクに通知する。ただし、給湯量が‘0’のときは通知しない。
給湯量予測	・給湯タスクから通知を受けた情報を基に、過去7日分の給湯量及び給湯温度から1日分の給湯量を1時間周期で算出する。 ・給湯量要求を受けると、1日分の給湯量を要求元タスクに通知する。
貯湯量検出	・3分周期で、貯湯温度センサ1~7の情報を基に、貯湯量及びその貯湯温度を算出して、貯湯量情報としてメモリに書き込む。
深夜電力貯湯	・深夜電力の時間帯になると、3分周期で、貯湯する量を算出し、深夜電力の時間帯終了時刻に合わせて貯湯が終了するように貯湯開始時刻を算出する。その貯湯する量と貯湯開始時刻の算出は、貯湯量情報、給水温度及び給湯量予測タスクから得られる1日分の給湯量を基に行う。 ・貯湯開始時刻になると、指定した量での貯湯指示を貯湯タスクに通知する ¹⁾ 。
追加貯湯	・10分周期で、貯湯量情報を判定し、貯湯量が一定量以下の場合、貯湯タスクに50リットルの貯湯指示を通知する ¹⁾ 。
貯湯	・貯湯指示を受けると、ヒートポンプユニットを制御して貯湯カウンタの情報をを用いて指定された量を貯湯する。ただし、リモコンタスクから貯湯停止日数の指示を受けて貯湯停止中のときは、貯湯指示をしたタスクに貯湯停止中を通知して貯湯は行わない。貯湯が完了すると、指示をしたタスクに貯湯完了を通知する。 ・貯湯停止中のときは、午前0時になると停止日数を1減算して0になった場合、又はリモコンタスクから貯湯停止の解除を受けた場合に貯湯停止中を解除する。 ・リモコンタスクに、貯湯温度を点滅して貯湯中であることを示すための通知をする。
時計	・リモコンタスクからの時刻設定指示で、時刻を設定する。 ・1秒経過ごとに、時刻を必要とするタスクに通知する。 ・他のタスクから指定時間経過したことを通知する依頼を受けている場合、その経過時間になったら依頼元タスクに通知する。 ・他のタスクから指定時刻になったことを通知する依頼を受けている場合、その指定時刻になったら依頼元タスクに通知する。
アクチュエータ	・貯湯タンクユニット内に設置されているポンプ、弁などのアクチュエータを制御する。

注¹⁾ 深夜電力貯湯タスクと追加貯湯タスクは、貯湯タスク内の情報を資源とし、その資源を獲得できるまで待つて貯湯指示を通知する。貯湯指示に対して貯湯停止中又は貯湯完了の通知を受けると、獲得した資源を解放して1回の周期処理を完了する。

設問 1 給湯器の仕様について、(1)～(3)に答えよ。

- (1) 制御部が行う、センサ、アクチュエータ及びヒートポンプユニットの制御について、次の問いに答えよ。
- (a) ヒートポンプユニットに稼働要求を送信した後、タンクに高温水が蓄えられ始めるまでの制御手順を、図 1 及び表 2 中の名称を使用して 40 字以内で述べよ。
- (b) 浴槽の排水栓を抜いたまま、湯張りをしようとしたときの検出方法を、60 字以内で述べよ。
- (2) 貯湯量、給湯量の制御について、次の問いに答えよ。ここで、給水温度は常に 10℃、貯湯時の貯湯温度は 80℃とする。
- (a) 最近 7 日間の給湯量と給湯温度から、1 日分の給湯量と給湯温度を予測した結果を表 4 に示す。この日の深夜電力貯湯で貯湯する量は何リットルか。答えは小数第 1 位を四捨五入して、整数で求めよ。

表 4 1 日分の給湯量と給湯温度を予測した結果

給湯場所	給湯量予測 (リットル)	給湯温度予測 (℃)
台所	100	40
洗面所	50	40
浴室シャワー	200	42
浴槽	200	42

- (b) 深夜電力貯湯を行ってから 12 時間後に、自然放熱で貯湯温度が 70℃まで下がった。この間、給湯しなかった場合、給湯可能な量は深夜電力貯湯の完了直後の何%になったか。答えは小数第 1 位を四捨五入して、整数で求めよ。
- (3) シリアルバス通信について、次の問いに答えよ。
- (a) 表 2 の制御情報 X は、ポーリング方式で通信する際に必要な制御情報であり、制御部と各リモコン間、及び制御部とヒートポンプユニット間の通信で使用される。表 2 中の

a

 に入れる適切な制御情報の説明を、25 字以内で述べよ。
- (b) 制御部がリモコンへのデータ送信を開始してから、リモコンからデータを

受信完了するまで 4.5 ミリ秒掛かるとする。この場合、音声データを受信してから、その音声データを含む合成された音声データが最初に送信され始めるまでの最小時間と最大時間は何ミリ秒か。答えは小数第 2 位を四捨五入して、小数第 1 位まで求めよ。

設問 2 制御部のソフトウェア設計について、(1)～(3)に答えよ。

- (1) 図 4 に示す制御部のタスク構成について、次の問いに答えよ。
 - (a) リモコンタスクは、当初 3 個のリモコンごとにそれぞれ別のタスクをもつことにしていた。しかし、各リモコンと制御部間の通信方式をポーリング方式としたことで一つのタスクで行うことにした。なぜ、一つのタスクにできたのか。その理由を 30 字以内で述べよ。
 - (b) 貯湯量検出タスクがメモリに記憶した貯湯量情報を参照するタスクは、三つある。二つは深夜電力貯湯タスクと追加貯湯タスクである。残り一つのタスク名を、表 3 中のタスク名で答えよ。
- (2) タスク間のメッセージ通信について、次の問いに答えよ。
 - (a) リモコンタスクから追加貯湯タスクに通知するメッセージの内容を、20 字以内で述べよ。
 - (b) 貯湯タスクから通信タスクに通知するメッセージの内容を、35 字以内で述べよ。
- (3) タスクの処理内容について、次の問いに答えよ。
 - (a) 深夜電力貯湯タスクと追加貯湯タスクは、貯湯が必要と判定したとき、貯湯タスクの資源を獲得できるまで待つ。資源を獲得できた後、貯湯指示を貯湯タスクに通知するまでの処理手順を、45 字以内で述べよ。
 - (b) リモコンタスクが、音声データ合成タスクに合成開始の通知を行うのは、20 ミリ秒に 1 回である。三つのリモコン間の会話中に、その合成開始の通知を行うタイミングは、リモコンタスクが通信タスクからどのようなメッセージを受けたときか。30 字以内で述べよ。

設問 3 給湯器の開発中に発生した、新たな仕様追加について、(1)、(2)に答えよ。

外出先からスマートフォン、携帯 PC など（以下、端末という）を使用して、インターネット経由で給湯、貯湯の動作情報の取得、及び給湯器の制御を可能に

したい。その制御とは、タイマ湯張りを取り消すこと、追加貯湯を行わないようにすること、貯湯停止日数を長くすること、及び給水弁を閉じることである。この追加仕様は、端末と給湯器を認証する認証サーバを経由し、通信することで実現する。認証サーバには、1 台の給湯器に対して 1 台の端末を登録できる。追加する仕様概要を次に示す。

- ・台所リモコンに外出キーを追加し、その外出キーが押されると給湯器は外部制御状態となり、認証サーバを介して端末から給湯器を操作できるようにする。
- ・端末から操作された結果は、端末とリモコン表示部に反映させる。
- ・いずれかのリモコンにおいて、外出キーと会話キーを除く任意のキーが押されると、外部制御状態を解除する。
- ・新たに追加するタスクは LAN プロトコルタスクと外出タスクの二つとし、変更する既存のタスクはリモコンタスクだけとする。変更タスクの変更内容及び追加タスクの処理概要一覧を、表 5 に示す。

表 5 変更タスクの変更内容及び追加タスクの処理概要一覧

タスク名		処理の概要
変更タスク	リモコン	<ul style="list-style-type: none"> ・外出キーが押されたことを検出すると、外部制御状態となり、外出タスクに制御許可を通知する。外部制御状態で <input type="text" value="b"/> を検出すると <input type="text" value="c"/> して、外出タスクに制御禁止を通知する¹⁾。 ・外部制御状態の間、外出タスクからの操作指示に応じて処理をする。処理した結果を、外出タスクと <input type="text" value="d"/> タスクに通知する。 ・外部制御状態でないときに、外出タスクから操作指示を受けた場合は、その指示を無効とし、何も処理しない。
	LAN プロトコル	<ul style="list-style-type: none"> ・LAN プロトコル制御を行う。外出タスクとだけ、メッセージの送受信を行う。
追加タスク	外出	<ul style="list-style-type: none"> ・認証サーバとの通信手順の制御を行う。 ・<input type="text" value="e"/> を受けてから、<input type="text" value="f"/> を受けるまでの間に、LAN プロトコルタスクから受けた操作指示内容を、リモコンタスクに通知する。リモコンタスクから、操作指示に対する結果を受けると、LAN プロトコルタスクにその内容の送信依頼を行う。 ・制御禁止のときに、LAN プロトコルタスクから操作指示を受けた場合は、操作無効の送信依頼を LAN プロトコルタスクに通知する。

注¹⁾ 会話キーが押されたことは、リモコンタスクに通知されない所以对象外とする。

(1) 表 5 中の ～ に入れる適切な字句を答えよ。

(2) 仕様追加部分のテストにおいて、端末の操作とリモコンの操作を繰り返し行ったところ、端末を操作したとき、まれにその応答が端末に送信されないという問題が発生した。関連するタスクの優先度は、LAN プロトコルタスクの優先度が最も高く、以下、通信タスク、リモコンタスク、外出タスクの順である。ここで、LAN 通信における通信エラーはないものとする。

(a) どのような状況で、この問題が発生するのか調査した。その調査結果に関する次の記述中の ～ に入れる適切な字句を答えよ。

調査の結果、外出タスクが処理中で、外出タスクがリモコンタスクに操作指示を に、 タスクが起動され、 タスクに を通知したとき、この問題が発生することが判明した。

(b) 外出タスクを変更することによって、この問題は解消できる。その変更内容を 80 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、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、™ 及び ® を明記していません。