

令和6年度 秋期  
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
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。

〔問2を選択した場合の例〕

選択欄	
1 問 選 択	問1
	○問2

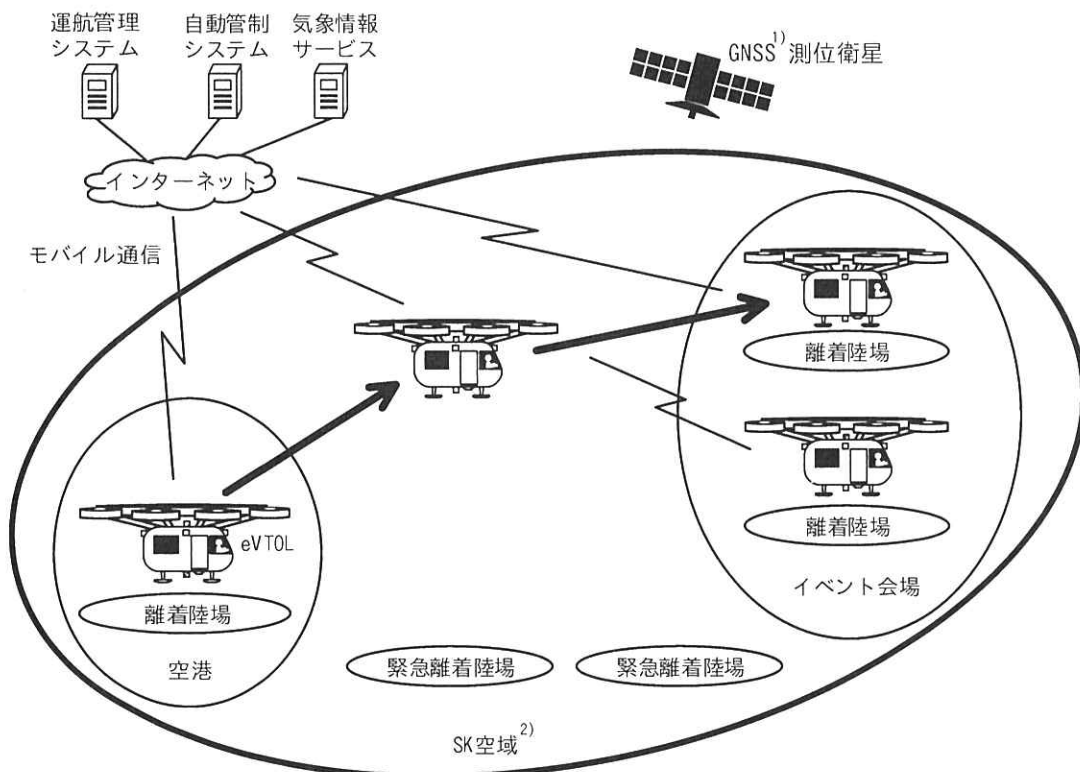
注意事項は問題冊子の裏表紙に続きます。  
こちら側から裏返して、必ず読んでください。

[ メモ用紙 ]

問1 空飛ぶクルマの旅客輸送システムに関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

A社は、都市部での移動を目的とした空飛ぶクルマの旅客輸送システム（以下、SKシステムという）を開発している。空飛ぶクルマには、ドローンの技術を応用した電動垂直離着陸機（Electric Vertical Take-Off and Landing aircraft 以下、eVTOL という）を採用している。SKシステムは、複数台のeVTOLを用いて、空港とイベント会場にある複数の離着陸場の間で、自動操縦による旅客の空輸サービスを提供する。自動車での移動に比べて道路交通渋滞の影響を受けずに効率的に旅客を輸送できることが特徴である。

SKシステムに関連するシステム構成を図1に、SKシステムに関連する主な構成要素を表1に示す。



注<sup>1)</sup> GNSS (Global Navigation Satellite System)

注<sup>2)</sup> eVTOLの飛行が許可されている空間上の領域である。

図1 SKシステムに関連するシステム構成

表 1 SK システムに関連する主な構成要素

構成要素名	説明
運航管理システム	・ eVTOL の搭乗予約、配車、飛行ルート の立案、飛行の状況などの管理を行う SK システム専用のクラウドシステムである。
eVTOL	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 8 個のローターを搭載したマルチコプタータイプの eVTOL で、運航管理システムと自動管制システムからの情報を基に自動操縦によって飛行する。緊急時は、必要に応じてパイロットによる手動操縦を行う。</li> <li>・ モバイル通信を使用して、運航管理システム及び自動管制システムと通信する。</li> <li>・ 動力源としてバッテリーを使用する。バッテリーは交換可能である。</li> <li>・ 搭乗定員は、最大 5 人（パイロット 1 人を含む）である。</li> <li>・ バッテリー満充電時の無風時の航続距離は 300 km、SK システムにおいて 1 回の飛行は最長 40 km である。</li> <li>・ 飛行速度は、最大 150km/時で、飛行高度は 1,000m 以下である。</li> </ul>
離着陸場	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ eVTOL が離着陸する専用の場所で、空港、イベント会場内に複数設置されている。</li> <li>・ 一つの離着陸場は、eVTOL1 台分の広さである。</li> <li>・ バッテリーの交換ステーションがあり、バッテリーは離着陸場に常駐している運航補助員が交換する。</li> </ul>
緊急離着陸場	・ 緊急時に、飛行中の eVTOL が緊急着陸をするための公共の場所である。
自動管制システム	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ SK 空域内を飛行する全ての eVTOL、ヘリコプターの位置、速度、方向などの情報を取得して、航空管制を行う。</li> <li>・ 各離着陸場の空き状況及び利用予約状況のスケジュール（以下、離着陸場情報という）を、運航管理システムに送信する。</li> <li>・ eVTOL や運航管理システムからの各種申請を審査し、承認を行う。</li> </ul>
気象情報サービス	・ SK 空域内の降雨、風速、風向、雷などの情報（以下、気象情報という）を、運航管理システム、自動管制システムにインターネット経由で送信する。
モバイル通信	・ 携帯電話通信事業者の回線を用いた通信ネットワークである。SK 空域は、通信可能エリアとしてカバーされている。

[SK システムの利用手順]

SK システムの利用手順の一例を次に示す。

- ① 旅客は、スマートフォンの専用アプリケーションプログラム（以下、専用アプリという）を用いて、出発予定時刻、出発予定地、到着予定地、搭乗予定人数などの情報（以下、予約情報という）を入力して、運航管理システムに eVTOL の搭乗予約を行う。
- ② 運航管理システムは、予約情報、気象情報、a を基に、eVTOL の飛行ルート、飛行速度、飛行高度、到着予定時刻などの情報（以下、飛行計画という）を立案し、飛行計画を自動管制システムに申請する。自動管制システムは、eVTOL とヘリコプターの飛行計画を管理し、申請された飛行計画に対する承認可否を決定する。
- ③ 運航管理システムは飛行計画が承認されると、予約した旅客の専用アプリに搭乗予約の完了と、飛行計画として算出された到着予定時刻を通知する。
- ④ 旅客は、搭乗予約の完了後、出発予定地の離着陸場に行き、eVTOL に搭乗する。搭乗時には、搭乗口に設置されている 2 次元バーコードリーダーに、専用アプリ

に表示した 2 次元バーコードを読み込ませて搭乗手続を実施する。

- ⑤ eVTOL は、旅客の搭乗が完了すると、旅客の搭乗手続の情報を運航管理システムに送信する。運航管理システムは、全ての旅客の搭乗が完了したと判断すると eVTOL に飛行計画を送信する。
- ⑥ eVTOL は、出発予定時刻になると、自動管制システムに離陸許可を申請する。離陸許可が承認された場合は、運航管理システムに離陸開始を通知して、飛行計画に沿って自動操縦で離陸を開始する。承認されなかった場合は待機し、承認されるまで繰返し申請を行う。
- ⑦ eVTOL は離陸後、飛行計画に基づき自動操縦で飛行計画と実際のズレを調整しながら到着予定地まで飛行する。飛行中は、運航管理システム及び自動管制システムに次の情報を 1 秒ごとに送信する。
- ・ 運航管理システムに送信する情報
    - 現在位置、速度などの飛行に関する情報（以下、飛行情報という）
    - バッテリー残量、後述する表 2 中に示す構成要素の診断結果などの情報（以下、機体情報という）
    - 障害物などの eVTOL 周辺の環境に関する情報（以下、周辺環境情報という）
  - ・ 自動管制システムに送信する情報
    - 飛行情報
- ⑧ eVTOL は着陸に際し、自動管制システムに着陸許可を申請して、承認された場合は、離着陸場に着陸する。承認されなかった場合は、ホバリング状態で待機し、承認されるまで繰返し申請を行う。
- ⑨ 運航管理システムは、必要に応じて eVTOL が着陸した後にバッテリーの交換を行うように、離着陸場の運航補助員に通知する。

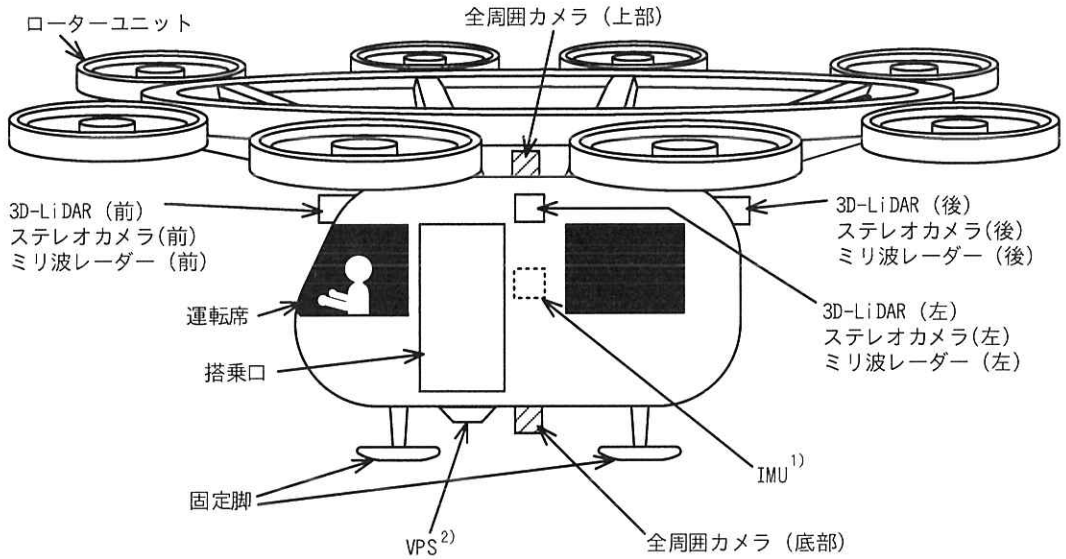
#### [運航管理システムの飛行計画の更新]

SK システムは、シミュレーション技術を活用している。運航管理システムは、飛行情報、b、周辺環境情報、離着陸場情報及び気象情報を分析して、シミュレーションを実施し、その結果を用いて飛行計画を再評価する。再評価した結果、飛行計画を更新する必要があると判断される場合には、自動管制システムに更新された飛行計画を申請し、承認されると当該 eVTOL に送信する。

eVTOL は運航管理システムから新しい飛行計画を受信すると、直ちに受信した飛行計画に切り替えて、自動操縦で飛行を継続する。

〔eVTOL の概要〕

eVTOL の外観を図 2 に、eVTOL の主なシステム構成を図 3 に、eVTOL の主な構成要素を表 2 に示す。



注記 3D-LiDAR (右), ステレオカメラ (右), ミリ波レーダー (右) は、省略している。

注<sup>1)</sup> 慣性計測ユニットを示す。

注<sup>2)</sup> ビジョンポジショニングセンサーを示す。

図 2 eVTOL の外観

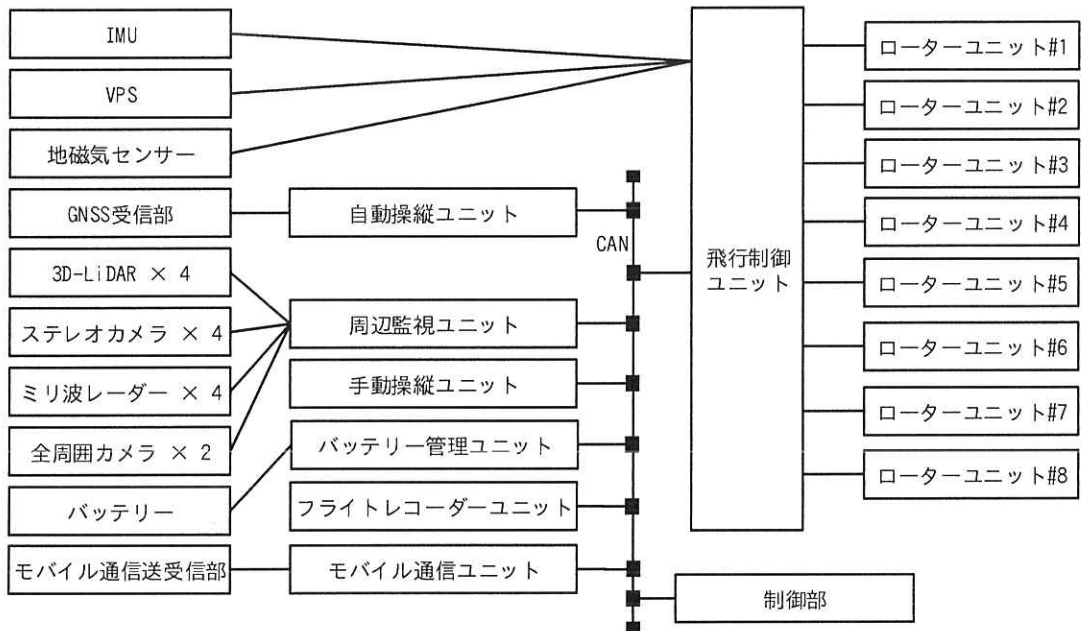


図 3 eVTOL の主なシステム構成

表 2 eVTOL の主な構成要素

構成要素名	説明
IMU	・ 3 軸加速度, 3 軸角速度を計測し, eVTOL の姿勢を制御するのに使用する。
VPS	・ 気圧センサー, ステレオカメラを内蔵している。 ・ 気圧センサー及びステレオカメラ画像から得られる物体の変化速度などによって, 離着陸時における機体の姿勢変化, 及び離着陸場との相対位置を計測し, eVTOL の姿勢を制御するのに使用する。
地磁気センサー	・ 地磁気を利用して, eVTOL の姿勢や方位を計測する。
GNSS 受信部	・ GNSS 測位衛星からの電波を受信し, eVTOL の自己位置推定に使用する。
3D-LiDAR	・ 対象物までの距離や, 対象物の形状を計測し, eVTOL の周辺監視に使用する。
ステレオカメラ	
ミリ波レーダー	
全周囲カメラ	・ 360 度カメラで画像を撮影し, eVTOL の全周囲の監視及び映像記録に使用する。
飛行制御ユニット	・ ローターユニットを制御し, eVTOL の飛行を制御する。 ・ 飛行及び離着陸時, IMU, VPS の情報に基づき, 各ローターの回転数を算出し, ローターユニットに送信する。その結果, eVTOL は, 移動方向に対して適切な傾斜角度をとり, 飛行することができる。機体の姿勢を制御する際は, IMU, VPS, 地磁気センサーの情報をできるだけ速く処理する必要がある。 ・ 制御部から緊急操作指示を受信すると, 手動操縦ユニットからの情報を基に制御を行う。 ・ IMU, VPS, 地磁気センサーなどの情報を CAN 上に出力する。
自動操縦ユニット	・ GNSS 受信部からの情報, 及び CAN を経由して得られる IMU, VPS, 地磁気センサーの情報を基に, eVTOL の自己位置 (緯度, 経度, 高度) を推定する。 ・ 制御部から飛行計画, 周辺監視ユニットからほかの eVTOL や鳥などの飛行物体 (以下, 飛行障害物という) の情報を受信し, 自己位置と併せて, 飛行を制御する自動操縦操作指示を作成して, 飛行制御ユニットに送信する。 ・ 飛行計画に対する進捗状況を制御部に送信する。
周辺監視ユニット	・ 3D-LiDAR, ステレオカメラ, ミリ波レーダー, 全周囲カメラから取得した飛行中の周囲 (前方, 後方, 側方, 上側, 下側) の測定結果を解析し, 飛行障害物を監視する。 ・ 飛行障害物を検知すると, 飛行障害物の情報を, 自動操縦ユニットに送信する。
手動操縦ユニット	・ 緊急の場合, 搭乗するパイロットが, eVTOL の手動操縦を行うときに使用する。 ・ パイロットが操縦桿やペダルなどを操作した際の操作の情報を, 飛行制御ユニットに送信する。
バッテリー管理ユニット	・ ローター駆動用のモーター, 各種ユニットに電源を供給するバッテリーを管理する。 ・ バッテリーの残量を一定時間ごとに制御部へ送信する。
フライトレコーダーユニット	・ CAN 上の全てのユニットの出力データを取得し, 保存する。
モバイル通信ユニット	・ 運航管理システム, 自動管制システムとの間においてモバイル通信を行う。 ・ CAN を用いて制御部と通信を行う。 ・ 通信異常を制御部に送信する。

表 2 eVTOL の主な構成要素（続き）

構成要素名	説明
制御部	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ CAN 上の全てのユニットに、動作開始の指示を送信する。</li> <li>・ CAN 上の全てのユニットの出力データを取得する。</li> <li>・ 運航管理システムが送信した飛行計画を、モバイル通信ユニット経由で受け、自動操縦ユニットに送信する。</li> <li>・ 飛行中の飛行情報、周辺環境情報をモバイル通信ユニット経由で運航管理システムへ送信する。飛行情報、周辺環境情報のデータ量は、それぞれ 0.25M バイト／秒である。</li> <li>・ 飛行中の飛行情報をモバイル通信ユニット経由で自動管制システムへ送信する。</li> <li>・ eVTOL のシステム起動中は常に機体情報をモバイル通信ユニット経由で運航管理システムに送信する。データ量は、0.125M バイト／秒である。</li> <li>・ 自動操縦ユニットから飛行計画に対する進捗状況を受信する。</li> <li>・ 周辺監視ユニットの異常などを検知すると、パイロットに手動操縦に切り替えるように指示を出すとともに、飛行制御ユニットに緊急操作指示を送信する。</li> </ul>
ローターユニット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ローター及びローター駆動用のモーターで構成され、機体の周囲に 8 個搭載されている。</li> <li>・ 飛行制御ユニットからのローターの回転数を基にモーターを制御する。</li> </ul>

〔機体とローターユニットの配置〕

eVTOL には、機体の周囲に 8 個のローターユニット（#1～#8）が搭載されている。ローターユニット内のモーターを制御して、ローターを回転させることによって揚力を得る。機体とローターユニットの配置を図 4 に示す。

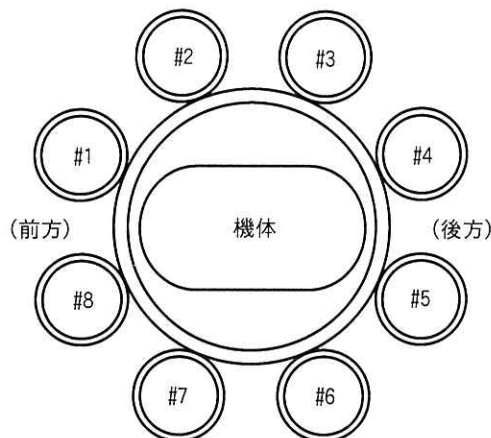


図 4 機体とローターユニットの配置（真上から見た図）



設問1 SK システムの仕様について答えよ。

- (1) 運航管理システムが、飛行計画を更新するときに、自動管制システムに承認をもらうのはなぜか。40 字以内で答えよ。
- (2) 本文中の  ,  に入れる適切な字句を答えよ。
- (3) 自動管制システムが離着陸場情報を更新するのに必要な情報は何か。25 字以内で答えよ。
- (4) eVTOL は、運航管理システムへ飛行情報、機体情報、周辺環境情報を送信する。eVTOL のシステム起動開始から 30 分間で、eVTOL が運航管理システムに送信するデータ量は何 M バイトか。答えは小数第 1 位を切り上げて整数で答えよ。なお、システム起動開始直後の最初の 10 分は飛行しておらず、その後 20 分は飛行していたものとする。

設問2 eVTOL のシステムの仕様について答えよ。

- (1) VPS で計測した eVTOL の水平面上での回転方向の姿勢変化を IMU で計測した 3 軸角速度で補強し、水平面上での回転量を推定することができる。このとき、地磁気センサーで方位を計測している目的は何か。35 字以内で答えよ。
- (2) eVTOL の姿勢制御の設計を行うに当たり、当初、IMU の計測データからローターユニットを制御するための情報を演算するユニットを設け、そのユニットが演算した情報を CAN 経由で飛行制御ユニットへ送信することにしていた。しかし、制御上の理由によって IMU の計測データを直接飛行制御ユニットが受け、飛行制御ユニット自体がローターユニットを制御するための情報を演算するように設計の変更を行った。このような変更を行った理由を 45 字以内で答えよ。

(3) eVTOL の飛行とバッテリー消費のシミュレーションを行った。バッテリー容量と飛行可能距離の関係について次の文章中の  ～  に入れる適切な数値を小数第 1 位を四捨五入して整数で答えよ。

eVTOL が、出発地点から飛行を開始した。出発から 6 分で 15 km 先の  $\alpha$  地点を通過し、 $\alpha$  地点通過後 6 分後に  $\alpha$  地点から 10km 先にある離着陸場へ飛行することをシミュレーションした。出発地点から  $\alpha$  地点までは、風速は 10m/秒の追い風とした。 $\alpha$  地点から離着陸場までは、風速は 10m/秒の向かい風とした。eVTOL は、出発地点から  $\alpha$  地点までは、無風時に  km/時の速度が得られる出力で飛行し、 $\alpha$  地点から離着陸場までは、無風時に  km/時の速度が得られる出力で飛行する。なお、追い風の場合、eVTOL の速度は（無風時の速度 + 風速）となり、向かい風の場合、eVTOL の速度は（無風時の速度 - 風速）となるものとする。

また、図 5 に示す無風時における eVTOL の燃費と飛行速度の関係を用いて、バッテリー消費についてシミュレーションを行った。出発地点から  $\alpha$  地点までの間、eVTOL はバッテリー容量の  % を消費し、 $\alpha$  地点から離着陸場までの間は、バッテリー容量の  % を消費すると試算された。



図 5 無風時における eVTOL の燃費と飛行速度の関係

設問3 eVTOL の緊急時における対応について答えよ。

(1) 緊急度の高い eVTOL (以下, 緊急 eVTOL という) が飛行する場合の対応について検討し, 自動管制システムに, 次の①~③のような指示をさせる仕様変更を行った。

① 自動管制システムは, 緊急 eVTOL の飛行ルート上を通過する予定のほかの eVTOL に対して待機指示を適宜送信する。待機指示を受信した eVTOL は運航管理システムに待機指示受領を送信し, 自動管制システムが指示した位置でホバリング状態で待機して緊急 eVTOL を通過させる。運航管理システムは, 待機指示受領を受信すると待機指示を受信した eVTOL の飛行計画の更新は行わない。

② 自動管制システムは, 緊急 eVTOL が通過し, 航行が可能になった eVTOL に対して待機解除指示を送信する。待機解除指示を受信した eVTOL は運航管理システムに待機解除指示受領を送信する。待機解除指示受領を受信した運航管理システムは飛行計画を更新して, 自動管制システムの承認を受け, 当該 eVTOL に送信する。

③ 待機中の eVTOL がバッテリー残量不足となった場合, 緊急 eVTOL となり, 緊急離着陸場に着陸する。緊急 eVTOL からバッテリー残量不足であることの通知を受けた運航管理システムは,  を作成し, バッテリー残量不足の情報とともに自動管制システムに申請する。このとき,  を極力避けるために, 運航管理システムは, 複数の飛行計画を申請する。自動管制システムは待機する eVTOL の台数と待機時間を考慮して, できる限り有効な飛行計画を選んで承認する。

(a) 待機指示受領を受信した運航管理システムが, 待機指示を受信した eVTOL の飛行計画の更新を行わない理由を 35 字以内で答えよ。

(b) 待機解除指示受領を受信した運航管理システムが, 飛行計画を更新して, 当該 eVTOL に送信する際, 自動管制システムの承認を受ける理由を, 安全性の観点から 40 字以内で答えよ。

(c)  に入れる適切な字句を 25 字以内で,  に入れる適切な字句を 40 字以内で答えよ。

(2) eVTOL が自動操縦で飛行中、周辺監視ユニットに異常が発生し、情報を CAN へ送信しなくなった。このとき、eVTOL にどのような危険が発生し得るか。また、安全を考慮した場合、どのような緊急対応を行うべきか。それぞれ 30 字以内で答えよ。

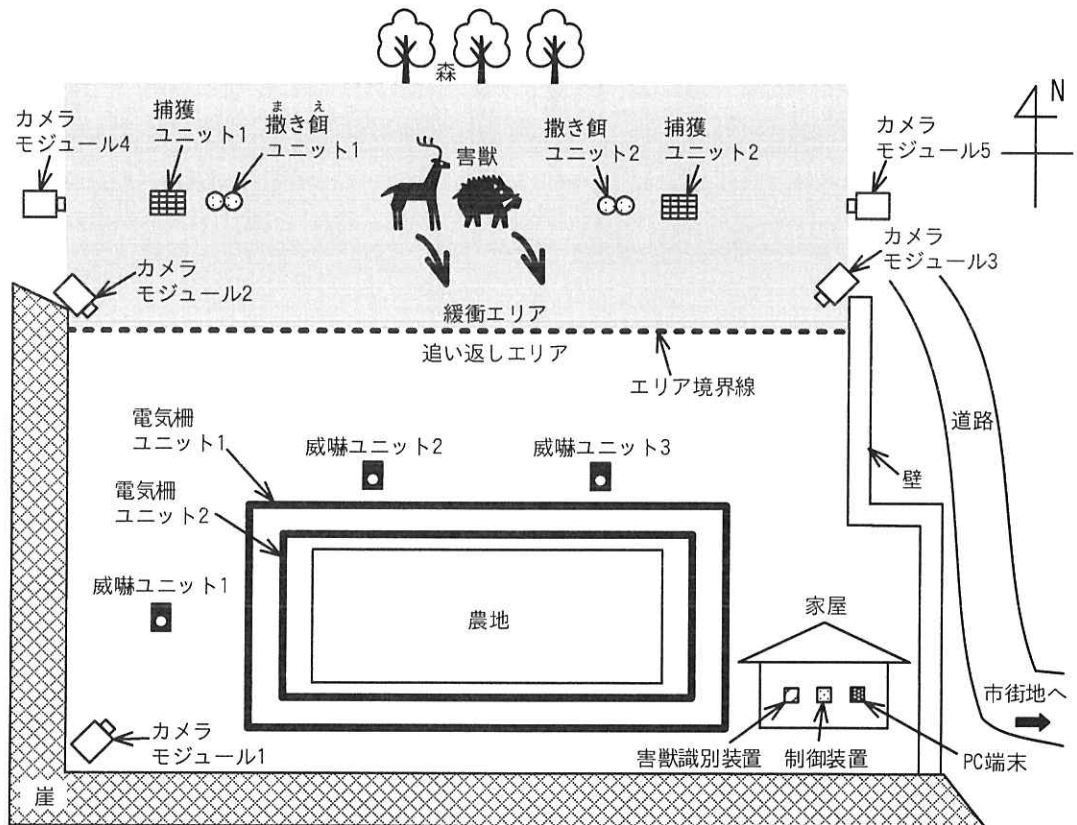
[ メモ用紙 ]

問2 害獣監視システムに関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

B社は、イノシシ、シカによる害獣被害を受けている農家からの要望に対応するため、害獣監視システム（以下、監視システムという）を開発した。

監視システムは、複数台のユニットとカメラモジュールを組み合わせて設置することで、害獣の監視、追跡、農地への侵入防御などを行う。

監視システムが設置された農地とその周辺の概略図を図1に、監視システムの主な構成を図2に、監視システムの主な構成要素を表1に、構成要素間で送受信する主なメッセージの概要を表2に示す。



注記1 害獣の生息域は、農地北側の森となっているので、地理的条件を利用して北側からの害獣の接近に備えて各ユニット及びカメラモジュールを配置している。

注記2 複数設置するユニット及びカメラモジュールは、図中で示すように識別番号を付与し、識別する。

注記3 エリア境界線から北側の森までのエリア（図中の網掛け部分）を緩衝エリア、エリア境界線から南側のエリアを追い返しエリアと呼ぶ。

図1 監視システムが設置された農地とその周辺の概略図

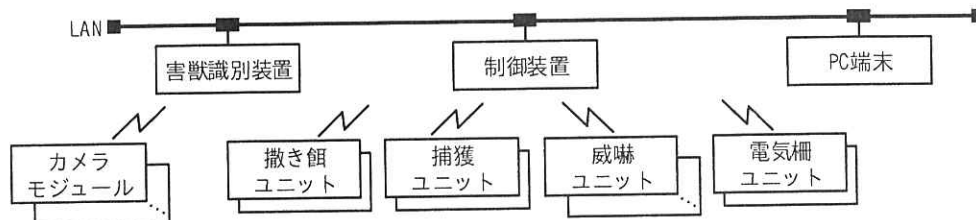


図2 監視システムの主な構成

表1 監視システムの主な構成要素

構成要素名	機能概要
制御装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・監視システム全体を制御する。</li> <li>・各ユニットと無線で接続し、データの送受信を行う。</li> <li>・害獣識別装置及びPC端末とLANで接続し、データの送受信を行う。</li> </ul>
害獣識別装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・カメラモジュールと無線で接続し、データの送受信を行う。</li> <li>・複数のカメラモジュールから受信した画像データを保存してAIで分析し、害獣の個体を識別してID（以下、害獣IDという）を付与し、害獣IDをキーとして、獣種、大きさ、地図上の位置で構成される情報（以下、害獣情報という）を1頭ごとに作成する。</li> <li>・害獣IDは、害獣が北側の森から緩衝エリアへ入ってきたときに新しいものが生成され、害獣が緩衝エリアから北側の森へ出ていくと削除される。</li> <li>・0.5秒ごとに、検出した頭数分の害獣情報を制御装置へ送信する。</li> </ul>
カメラモジュール	<ul style="list-style-type: none"> <li>・赤外線LEDライトを搭載しており、夜間も撮影可能である。</li> <li>・害獣識別装置からの指示で撮影を行い、撮影した画像データを害獣識別装置へ送信する。</li> <li>・農地とその周辺を撮影できるように5台設置する。</li> </ul>
撒き餌ユニット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・害獣を捕獲ユニットへ誘導するために使用する。</li> <li>・撒き餌を入れておく容器と撒き餌を放出するための撒き餌弁をもつ。</li> <li>・樹木や柱などの高所に、害獣が直接接触されないように設置される。</li> <li>・容器には害獣に応じた2種類の撒き餌がそれぞれ1回分入っており、一度放出すると補充が必要となる。</li> <li>・制御装置からの指示に従い、2種類の撒き餌のいずれかを放出する。</li> </ul>
捕獲ユニット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・害獣を捕獲するための檻<sup>おり</sup>をもつ。</li> <li>・制御装置からの指示に従い、檻<sup>へいり</sup>の閉扉を行う。</li> </ul>
威嚇ユニット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・可視光LEDライトと屋外用スピーカーをもつ。</li> <li>・制御装置からの指示に従い、獣種に応じた可視光LEDライトの点滅と威嚇音の出力を一定時間行う。</li> </ul>
電気柵ユニット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電気が流れるワイヤと、ワイヤを固定する支柱をもつ。</li> <li>・支柱間には複数本のワイヤが地面と平行に張られており、制御装置からの指示によって各ワイヤへの通電を制御する。</li> <li>・害獣がワイヤに接触したことを検知すると制御装置にメッセージを送信する。</li> <li>・害獣が容易に農地へ侵入できないようにするために、農地を囲むように二重に設置する。</li> </ul>
PC端末	<ul style="list-style-type: none"> <li>・制御装置に接続することで監視システムを操作できる。</li> <li>・制御装置を介して監視システムの状態を参照できる。</li> <li>・制御装置から受信したメッセージを基に、適切な内容を画面に表示する。</li> </ul>

表 2 構成要素間で送受信する主なメッセージの概要

メッセージ名	送信元	送信先	説明
動作指示	PC 端末	制御装置	・監視システムの制御に必要な情報を送信し、動作開始を指示する。
害獣識別指示	制御装置	害獣識別装置	・害獣の識別に必要な情報を送信し、動作開始を指示する。
害獣情報通知	害獣識別装置	制御装置	・検出した頭数分の害獣情報を 0.5 秒ごとに送信する。
撒き餌放出指示	制御装置	撒き餌ユニット	・撒き餌の放出を指示する。
捕獲実行指示	制御装置	捕獲ユニット	・檻の閉扉を指示する。
捕獲発生通知	制御装置	PC 端末	・害獣を捕獲したことを送信する。
通電制御指示	制御装置	電気柵ユニット	・ワイヤを指定し、通電の開始又は停止を指示する。
威嚇実行指示	制御装置	威嚇ユニット	・獣種を指定し、威嚇を行うことを指示する。
威嚇実行通知	制御装置	PC 端末	・威嚇を行ったことを送信する。
柵接触検知通知	電気柵ユニット	制御装置	・電気柵ユニットのワイヤへの接触を検知したことを送信する。
	制御装置	PC 端末	

〔制御装置の動作概要〕

制御装置は PC 端末からの“動作指示”を受信すると初期設定処理を行い、害獣の監視を開始する。

監視開始後、害獣識別装置から“害獣情報通知”を受信すると、害獣 1 頭ごとに移動を追跡し、その害獣の位置及び動きに応じて、撒き餌、捕獲、威嚇などのアクションを実行する（以下、追跡処理という）。

また、追跡処理では一つのユニットに対して複数のアクションが同時に起こる可能性があるため、これを調停してユニットに指示を行う（以下、ユニット制御処理という）。

それぞれの処理内容の詳細を次に示す。

① 初期設定処理

PC 端末から受信した“動作指示”に含まれる次の二つの情報を設定情報として保存するとともに、“害獣識別指示”で害獣識別装置にも送信する。

- ・農地，エリア境界線位置，追い返しエリア及び緩衝エリアにおける各ユニットと各カメラモジュールのそれぞれの設置位置に関する情報（以下，地図情報という）
- ・監視対象となる害獣の獣種と，獣種を識別するための学習済みモデルデータ



## ② 追跡処理

害獣1頭ごとに、害獣の位置によって次の動作を行う。

- ・ 害獣が緩衝エリアにいる場合、害獣を捕獲するために、次に示す処理を行う。
  - 撒き餌の放出を決定する範囲内に害獣が一定時間留まると、撒き餌の放出をユニット制御処理に依頼する。
  - 檻の中に害獣が一定時間留まると、檻の閉扉をユニット制御処理に依頼する。
- ・ 害獣が追い返しエリアにいる場合、害獣を追い返しエリアから退去させるために、次に示す処理を行う。
  - 威嚇の実行を決定する範囲内に害獣が入ると、威嚇の実行をユニット制御処理に依頼する。
  - 害獣が緩衝エリアから追い返しエリアに移動した場合に、獣種及び大きさに応じたワイヤの通電の開始をユニット制御処理に依頼する。
  - 害獣が追い返しエリアから緩衝エリアに移動した場合に、獣種及び大きさに応じたワイヤの通電の停止をユニット制御処理に依頼する。
- ・ 捕獲ユニットの檻を閉扉した後、(ア) 害獣の捕獲に成功したと判断できた場合、害獣の追跡処理を終了する。

## ③ ユニット制御処理

ユニット制御処理は、電気柵ユニット、威嚇ユニット、撒き餌ユニット、捕獲ユニットに次の動作指示を行う。

### ・ 電気柵ユニット

通電の開始又は停止の依頼があったとき、対象のワイヤへの通電の開始又は停止の要否に応じて、“通電制御指示”を送信する。

### ・ 威嚇ユニット

威嚇の実行の依頼があったとき、対象の威嚇ユニットに、“威嚇実行指示”を送信する。

### ・ 撒き餌ユニット

撒き餌の放出の依頼があったとき、対象の撒き餌ユニットが対象の獣種に対する撒き餌の放出を行っていないければ、“撒き餌放出指示”を送信する。

・ 捕獲ユニット

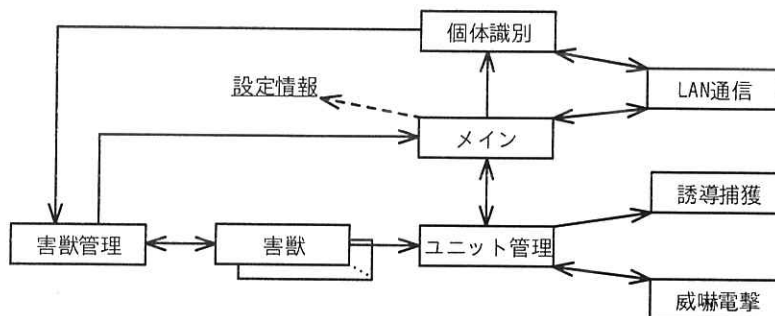
檻の閉扉の依頼があったとき、対象の捕獲ユニットが檻の閉扉を行っていないければ、“捕獲実行指示”を送信する。

[監視システムの再起動]

撒き餌の放出や檻の閉扉を行った後、監視システムの利用者が、撒き餌ユニットへの撒き餌の補充や、捕獲ユニットの檻の開扉を行ったときは、PC 端末から再度“動作指示”を制御装置へ送信することで、監視システムを再起動することができる。

[制御装置の制御部のソフトウェア構造]

制御装置の制御部ではリアルタイム OS を使用する。制御装置の制御部の主なタスク構造を図 3 に、制御装置の制御部の主なタスク処理概要を表 3 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。  
注記 3 害獣タスクは、害獣 ID ごとに生成される。

図 3 制御装置の制御部の主なタスク構造

表3 制御装置の制御部の主なタスク処理概要

タスク名	処理概要
メイン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・制御部全体の制御を行う。</li> <li>・PC 端末から“動作指示”を受信すると、メッセージに含まれる情報を設定情報として保存した後、個体識別タスクに監視の開始を通知する。</li> <li>・ユニット管理タスク及び害獣管理タスクから通知を受けると、その内容をPC 端末に送信する。</li> </ul>
個体識別	<ul style="list-style-type: none"> <li>・害獣識別装置の制御を行う。</li> <li>・メインタスクから監視の開始を受けると、設定情報を害獣識別装置に送信し、害獣識別装置の動作開始を指示する。</li> <li>・0.5 秒ごとに受信する“害獣情報通知”の頭数分の害獣情報を害獣管理タスクに通知する。</li> </ul>
害獣管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・個体識別タスクから頭数分の害獣情報を受けると、害獣情報ごとに次の処理を行う。 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 害獣情報に含まれる害獣 ID が、動作を開始してから受けた害獣 ID の履歴にない新規の場合、<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">a</span> して、害獣 ID の履歴に保存する。</li> <li>- 当該の害獣情報を処理している害獣タスクがあれば、害獣情報を通知する。</li> </ul> </li> <li>・害獣タスクからエリア間の害獣移動の発生を受けると、管理している害獣がいるエリアの情報を更新する。</li> <li>・害獣タスクから捕獲の発生を受けると、メインタスクに捕獲の発生を通知する。</li> <li>・(イ) ある条件を満たした害獣タスクを終了させる。</li> </ul>
害獣	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1 頭の害獣の追跡処理を行う。</li> <li>・害獣管理タスクから害獣情報を受けると、次の処理を行う。 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 直近 50 回分の(ウ) 害獣の位置の履歴を保存する。</li> <li>- (エ) 害獣がいるエリアが変わったかどうかを判断し、害獣がいるエリアが変わった場合、<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">b</span> を害獣管理タスクに通知する。さらに、<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">c</span> を基に、通電の開始又は停止を決定し、<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">d</span> とともに通電制御依頼でユニット管理タスクに通知する。</li> <li>- 撒き餌の放出を決定する範囲内に害獣が一定時間留まると、撒き餌の放出依頼をユニット管理タスクに通知する。</li> <li>- 檻の閉扉を決定する範囲内に害獣が一定時間留まると、檻の閉扉依頼をユニット管理タスクに通知する。</li> <li>- 威嚇の実行を決定する範囲内に害獣が入ると、威嚇の実行依頼をユニット管理タスクに通知する。</li> <li>- 害獣の捕獲に成功したと判断できた場合、捕獲の発生を害獣管理タスクに通知する。</li> </ul> </li> </ul>
ユニット管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ユニット制御処理を行う。</li> <li>・通電制御依頼を受けると、<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">d</span> から通電制御するワイヤを決定し、必要に応じて対象のワイヤへの通電の開始又は停止を威嚇電撃タスクに通知する。</li> <li>・威嚇の実行依頼を受けると、<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">e</span> に威嚇の実行を通知する。</li> <li>・撒き餌の放出依頼を受けると、受けた依頼が実行可能な場合は、誘導捕獲タスクに撒き餌の放出を通知する。</li> <li>・檻の閉扉依頼を受けると、受けた依頼が実行可能な場合は、誘導捕獲タスクに檻の閉扉を通知する。</li> <li>・(オ) 威嚇電撃タスクから受けた通知をメインタスクに通知する。</li> </ul>
威嚇電撃	<ul style="list-style-type: none"> <li>・3 台の威嚇ユニット及び2 台の電気柵ユニットと通信を行う。</li> </ul>
誘導捕獲	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2 台の撒き餌ユニット及び2 台の捕獲ユニットと通信を行う。</li> </ul>
LAN 通信	<ul style="list-style-type: none"> <li>・PC 端末及び害獣識別装置と通信を行う。</li> </ul>

設問 1 監視システムについて答えよ。

- (1) 制御装置が“害獣情報通知”を受信し、害獣が緩衝エリアから追い返しエリアへ移動したと判断したとき、電気柵ユニットのワイヤに通電が行われるまでに、監視システムの構成要素の動作時間や通信時間を含めて 0.9 秒必要となる。害獣の移動速度を 54km/時以下とした場合、追い返しエリアへ侵入した害獣の農地への侵入を防ぐために電気柵ユニット 1 のワイヤを通電した状態にするには、エリア境界線と電気柵ユニット 1 の間は直線で最短何 m 距離を空ける必要があるか。答えは小数第 2 位を切り上げて、小数第 1 位まで求めよ。
- (2) [制御装置の動作概要] について、下線 (ア) の判断をするために、制御装置が地図情報と害獣情報から行う判定処理の内容を、30 字以内で答えよ。
- (3) 1 頭の害獣が緩衝エリアに現れた後、撒き餌ユニットに接近したが、捕獲ユニットへは誘導されず、追い返しエリアに侵入して、威嚇ユニットに接近し、電気柵ユニット 1 と 1 回接触した後、緩衝エリアに退去した。このとき、制御装置と各ユニット、PC 端末との間では、図 4 の順でメッセージの送受信を行った。[ f ] ~ [ i ] に入れる適切なメッセージ名を答えよ。ここで、この間緩衝エリア及び追い返しエリアにいた害獣は、当該の害獣 1 頭だけとする。

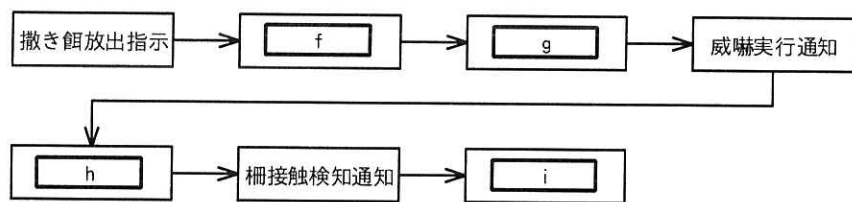


図 4 制御装置と各ユニット、PC 端末との間のメッセージ送受信

設問 2 制御装置の制御部のタスク設計について答えよ。

- (1) 害獣管理タスクについて答えよ。
- (a) 表 3 中の [ a ] に入れる適切な内容を 25 字以内で答えよ。
- (b) 表 3 中の下線 (イ) の条件は二つある。それぞれ 20 字以内で答えよ。
- (2) 害獣タスクについて答えよ。
- (a) 表 3 中の [ b ] ~ [ d ] に入れる適切な内容を 15 字以内で答えよ。

- (b) 表 3 中の下線 (ウ) を保存する目的を 30 字以内で答えよ。
- (c) 表 3 中の下線 (エ) の処理は、地図情報に格納された、ある情報を参照する。その情報名を答えよ。
- (3) ユニット管理タスクについて答えよ。
- (a) 表 3 中の 

e
---

 に入れるタスク名を全て答えよ。
- (b) 表 3 中の下線 (オ) の処理の結果によって、制御装置から送信される構成要素間のメッセージ名を答えよ。

設問 3 監視システムの機能追加について答えよ。

農作物の盗難被害への対策として、緩衝エリアと追い返しエリアに不審者が入ると、警告用の光の照射と威嚇音の出力によって威嚇を行い、加えて利用者に不審者の侵入を知らせる機能（以下、不審者監視機能という）を監視システムに追加する。

〔監視システムの構成要素の変更概要〕

監視システムの構成要素の変更概要を次に示す。

- ・ 不審者を威嚇するために、次の機能をもつスポットライトユニットを監視システムに追加する。
  - 可視光 LED ライトをもち、制御装置からの指示で強い光を一方向に照射する。
  - 構成要素間のメッセージとして新たに追加する“ライト制御指示”を制御装置から受信すると、受信した内容に従って点灯又は消灯する。
  - 緩衝エリア内にスポットライトユニット 1、追い返しエリア内にスポットライトユニット 2 の計 2 台を設置する。
- ・ 威嚇ユニット 1～3 に不審者用の威嚇音を新たに登録する。
- ・ PC 端末に次の機能を追加する。
  - 構成要素間のメッセージとして新たに追加する“不審者警告”を制御装置から受信すると、警報音を鳴らして利用者に不審者が侵入したことを知らせる。
- ・ 害獣識別装置に次の機能を追加する。
  - 害獣の処理と同様に、5 台のカメラモジュールから受信した画像データを AI で分析し、不審者を害獣とみなして識別した害獣 ID ごとに、害獣情報を作成する。
- ・ 制御装置に次の機能を追加する。

- 不審者監視開始時刻から不審者監視終了時刻までの間、不審者監視機能を有効にする。不審者監視開始時刻及び不審者監視終了時刻は、初期設定処理のときに PC 端末から設定される。

#### [不審者監視機能における制御装置の動作概要]

不審者監視機能における制御装置の動作概要を次に示す。

##### ① 追跡処理

- ・ 不審者が緩衝エリアに侵入したことを検知すると、次に示す処理を行う。
  - スポットライトユニット 1 の点灯をユニット制御処理に依頼する。
  - PC 端末に不審者の緩衝エリアへの侵入を、“不審者警告”で送信する。
- ・ 不審者が緩衝エリアにいる場合で、撒き餌の放出を決定する範囲内に不審者が一定時間留まった場合でも、撒き餌の放出をユニット制御処理に依頼しない。
- ・ 不審者が緩衝エリアから追い返しエリアに移動するか、緩衝エリアから出ていった場合、スポットライトユニット 1 の消灯をユニット制御処理に依頼する。
- ・ 不審者が追い返しエリアに侵入したことを検知すると、次に示す処理を行う。
  - スポットライトユニット 2 の点灯をユニット制御処理に依頼する。
  - PC 端末に不審者の追い返しエリアへの侵入を、“不審者警告”で送信する。
- ・ 不審者が追い返しエリアにいる間は、電気柵ユニットの全てのワイヤの通電の停止をユニット制御処理に依頼する。
- ・ 不審者が追い返しエリアにいる場合、威嚇の実行を決定する範囲内に不審者が入ると、威嚇の実行をユニット制御処理に依頼する。
- ・ 不審者が追い返しエリアから緩衝エリアに移動した場合、スポットライトユニット 2 の消灯をユニット制御処理に依頼する。

##### ② ユニット制御処理

- ・ スポットライトユニットに次の動作指示を行う。
  - 追跡処理から点灯又は消灯の依頼があったとき、対象のスポットライトユニットの点灯又は消灯の要否に応じて、点灯又は消灯の“ライト制御指示”を送信する。

[制御装置の制御部のタスクの変更概要]

制御装置の制御部のタスクの変更概要を表4に示す。

表4 制御装置の制御部のタスクの変更概要

タスク名	変更概要
メイン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・不審者監視開始時刻から不審者監視終了時刻までの間、不審者監視機能を有効にする。</li> <li>・害獣管理タスクから不審者がいるエリアの情報を受けると、受けた内容を“不審者警告”でPC端末に送信する。</li> </ul>
害獣管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・個体識別タスクから頭数分の害獣情報を受けると、害獣情報ごとに次の処理を行う。 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 不審者監視機能が有効でなければ、<input type="text" value="j"/>を破棄する。</li> </ul> </li> <li>・害獣タスクからエリア間の害獣移動の発生を受けると、管理している不審者がいるエリアの情報を更新し、その情報をメインタスクに通知する。</li> </ul>
害獣	<ul style="list-style-type: none"> <li>・害獣管理タスクから害獣情報を受けると、害獣の獣種が不審者のとき、次の処理を行う。 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 不審者の移動に応じて、スポットライトユニットの制御依頼をユニット管理タスクに通知する。</li> <li>- 不審者の移動に応じて、通電禁止依頼又は通電許可依頼をユニット管理タスクに通知する。</li> <li>- 撒き餌の放出を決定する処理は行わない。</li> </ul> </li> </ul>
ユニット管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・スポットライトユニットの制御依頼を受けると、必要に応じてスポットライトユニットの点灯又は消灯を威嚇電撃タスクに通知する。</li> <li>・通電禁止依頼を受けると、全てのワイヤの通電の停止を威嚇電撃タスクに通知する。</li> <li>・通電許可依頼を受けると、(力)必要に応じて通電の開始を威嚇電撃タスクに通知する。</li> <li>・通電制御依頼を受けても、少なくとも一つの害獣タスクから通電禁止依頼を受けている状態であれば、威嚇電撃タスクへの通知は行わない。</li> </ul>
威嚇電撃	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2台のスポットライトユニットと通信を行う。</li> </ul>

- (1) タスクの変更に関する次の記述中の  に入れる適切な内容を、15字以内で答えよ。

不審者監視機能の追加は、既存の害獣タスクを変更するか、不審者の追跡処理を行う不審者タスクを新たに追加することで対応できる。害獣タスクを変更する場合、として扱うことで、制御装置の制御部のタスク全体の変更を、新たに不審者タスクを追加する場合よりも少なくすることができる。

- (2) 害獣識別装置で不審者も識別するために、害獣識別装置に追加で必要とする情報を25字以内で答えよ。
- (3) 表4中の  に入れる適切な字句を15字以内で答えよ。
- (4) 表4中の下線(力)において、通電の開始を威嚇電撃タスクに通知する場合の条件を二つ、それぞれ35字以内で答えよ。

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 ですので，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。