

平成 29 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 スマートグリッドに関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

スマートグリッドは、工場、ビル、住宅などがIoT機器でつながった、電力の安定供給を実現する次世代型の電力送配電網である。D社は、太陽光、風力などの再生可能エネルギーを組み合わせる発電を行う発電ステーションシステム（以下、発電ステーションという）を使用したスマートグリッドを開発している。発電ステーションを使用したスマートグリッドの例を、図1に示す。

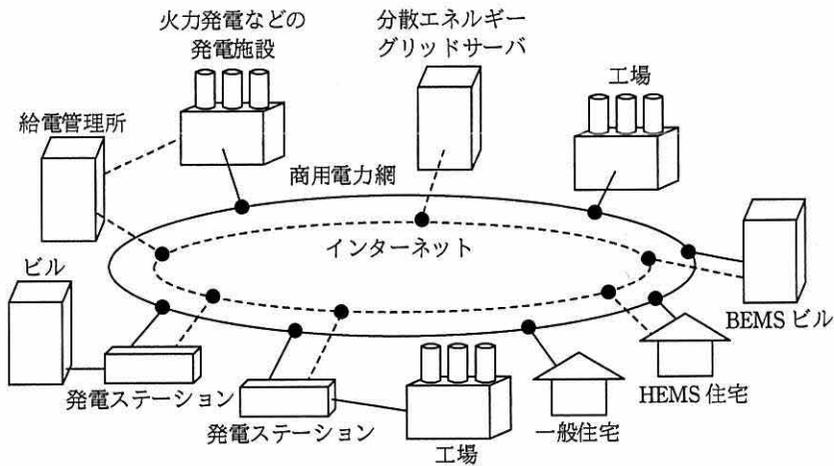


図1 発電ステーションを使用したスマートグリッドの例

分散エネルギーグリッドサーバ（以下、グリッドサーバという）は、スマートグリッド全体を制御する。発電ステーションは、商用電力網からの電力の購入費用を低減する目的で、工場、ビルなどの施設に併設され、施設に電力を供給する。また、小規模な発電施設などの監視制御を行うエネルギー管理システムを備えたビルをBEMSビル、同様に小規模な発電施設などの監視制御を行うエネルギー管理システムを備えた住宅をHEMS住宅と呼ぶ。発電ステーション、BEMSビル、HEMS住宅をそれぞれ発電システムと呼ぶ。

発電システムが余剰電力を商用電力網に供給することを売電といい、逆に商用電力網の電力を使用したり、それを蓄電したりすることを買電という。

[グリッドサーバの概要]

グリッドサーバは、各発電システムに蓄えられた総電力量及び各発電システムの発電電力を常時監視している。また、商用電力網の電力の品質を安定させるために、蓄えられた総電力量及び発電電力のデータを使用して各発電システムに対して、蓄電を要求したり、売電電力を指示したりする。これを遠隔出力制御という。遠隔出力制御の一部を次に示す。

- ・グリッドサーバは、売電の履歴及び気象情報を基に、各発電システムで最大限売電可能な電力（以下、最大売電電力という）を決定する。
- ・グリッドサーバは、各発電システムに対して翌日分の1時間ごとの最大売電電力の情報（以下、短期売電情報という）を作成する。また、翌々日以降400日分の6時間ごとの最大売電電力の情報（以下、長期売電情報という）を作成する。短期売電情報と長期売電情報を併せて供給スケジュールという。ある発電システムに対してグリッドサーバが作成した短期売電情報の例を、図2に示す。
- ・グリッドサーバは、気象情報を基に翌日の風速、日射強度の予測データを作成する。
- ・グリッドサーバと各発電システム間の通信には、インターネットを用いる。
- ・各発電システムは、1日1回23時に、供給スケジュールと翌日の風速、日射強度の予測データをグリッドサーバからダウンロードし、翌日の発電制御に使用する。供給スケジュールをダウンロードできない場合は、ダウンロード済みの最新の供給スケジュールに含まれる長期売電情報を使用する。また、翌日の風速、日射強度の予測データをダウンロードできない場合は、これまでの風速、日射強度の実測値の平均値を予測データとする。

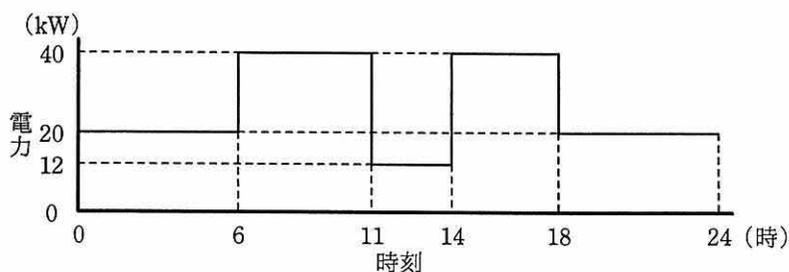
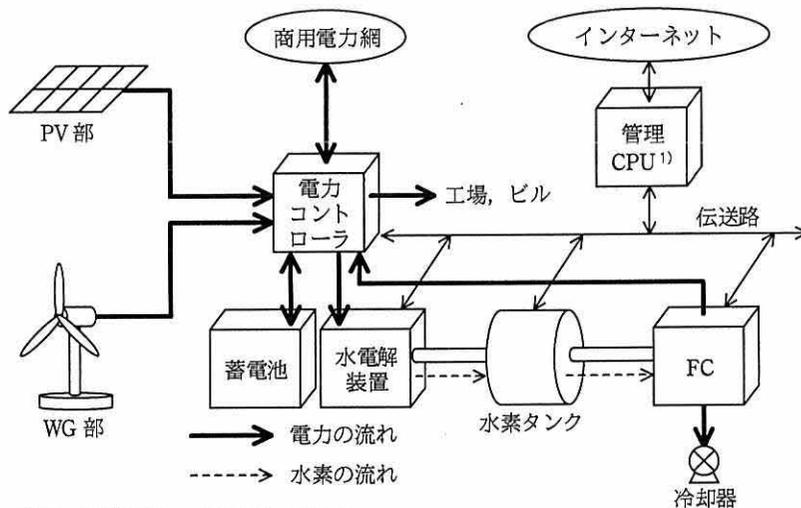


図2 短期売電情報の例

[発電ステーションの構成]

発電ステーションは、風力発電機部（以下、WG部という）、太陽電池部（以下、PV部という）、燃料電池（以下、FCという）、蓄電池及び商用電力網からの電力を、電力コントローラで選択又は合成して、工場、ビルなどの施設に出力（以下、外部出力という）する。また、電力を水素生成のために水電解装置に送ったり、蓄電池に蓄えたりすることができる。

発電ステーションの構成を、図3に示す。



注記 伝送路は、一部省略している。

注¹⁾ 管理CPUは、図4に示すように、各構成要素を制御している。

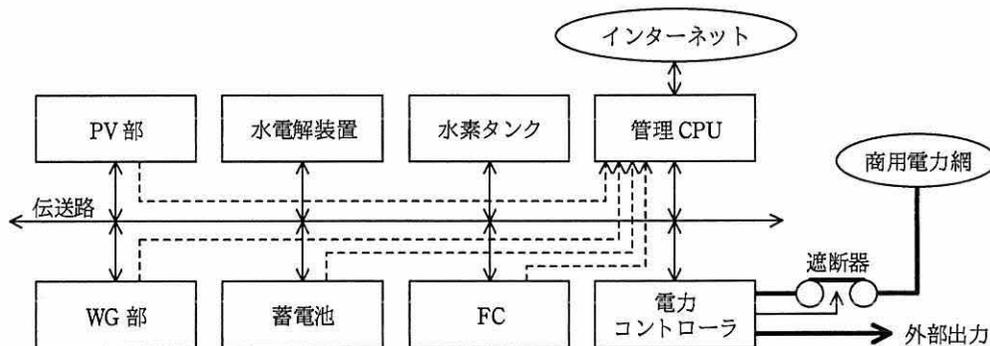
図3 発電ステーションの構成

発電ステーションの主な構成要素の仕様を表 1 に示す。

表 1 発電ステーションの主な構成要素の仕様

No.	構成要素	仕様
1	WG 部	<ul style="list-style-type: none"> 出力電力は、風速 10m/秒以下のとき風速に比例する。 風速 10m/秒のとき最大出力となり、最大出力は 20kW である。AC/DC コンバータを使用して、定電圧で出力する。 電流センサ、風速計を備える。
2	PV 部	<ul style="list-style-type: none"> 出力電力は、日射強度 1,000W/m²以下のとき日射強度に比例する。 日射強度 1,000W/m²のとき最大出力となり、最大出力は 20kW である。DC/DC コンバータを使用して、定電圧で出力する。 電流センサ、温度センサ、日射計を備える。
3	水電解装置	<ul style="list-style-type: none"> 電力コントローラからの電力で水を分解し、水素を生成する。 水素 1m³を生成するのに 5kWh を消費し、最大 4m³/時で水素を生成できる。
4	蓄電池	<ul style="list-style-type: none"> 最大出力は 20kW、蓄電容量は 100kWh である。蓄電した電力量を全て放電できるものとする。 電流センサ、蓄電電力量計を備える。
5	水素タンク	<ul style="list-style-type: none"> 水素の最大の貯蔵量は 100m³である。水素の流入量、流出量を積算する貯蔵量センサを備える。 貯蔵量に応じて、内部の圧力が高くなるので、水素タンクは圧力センサを備える。 水素を外部に逃がすための排出バルブを備える。 排出バルブの制御、圧力の監視及び貯蔵量の監視は管理 CPU によって伝送経路で行われる。
6	FC	<ul style="list-style-type: none"> 1m³の水素から 4kWh の電力量を発生させ、最大出力は 20kW である。起動後、20kWh の電力量を出力した後は、定格運転温度を超えないように冷却器で冷却する必要がある。 起動指示を受けると出力が直線的に上昇し、20kW の出力に達するまでに 12 分間掛かる。 電流センサ、温度センサ、出力電力計を備える。
7	電力コントローラ	<ul style="list-style-type: none"> 管理 CPU からの指示で、WG 部、PV 部、FC、蓄電池及び商用電力網からの電力を選択又は合成して、工場、ビル及び商用電力網に出力する。最大出力は 100kW である。ただし、WG 部、PV 部で発電した電力だけを売電できる。 WG 部、PV 部及び商用電力網からの電力を水電解装置、蓄電池に出力する。 故障時には遮断器を開放して商用電力網から切り離す。
8	管理 CPU	<ul style="list-style-type: none"> 発電ステーション全体を制御する。後述の〔管理 CPU の制御〕に示す制御を実行する。 各構成要素とは、1M ビット/秒の伝送路で接続されている。 クロック周波数は、1GHz である。2クロックで 1ステップのプログラムを実行する。
9	冷却器	<ul style="list-style-type: none"> FC が定格運転温度を超えるのを防ぐ。 運転時には、FC の発電電力の 2% を消費する。
10	商用電力網	<ul style="list-style-type: none"> 電力会社によって管理されており、発電ステーションとの間で相互に電力を供給できる。

発電ステーションのブロック図を、図 4 に示す。管理 CPU と各構成要素の制御 MCU 間は、伝送路で接続されている。また、管理 CPU は、各構成要素に接続された電流センサ、温度センサ、日射計、風速計などの測定値をセンサ専用線経由で直接読み込む。



注記 破線は、センサ専用線を表す。

図 4 発電ステーションのブロック図

〔管理 CPU の制御〕

管理 CPU は、WG 部、PV 部の発電電力、水素の貯蔵量、蓄電池の蓄電電力量などの情報を使用して、必要な発電電力が得られるように複数の電力の供給源を統合的に制御する。

- (1) 管理 CPU の内部に保存されている外部出力への電力供給の実績から、翌日の電力の供給量を予測する。また、風速、日射強度の予測データから、WG 部、PV 部の発電電力を予測する。
- (2) 予測した電力の供給量と発電電力を用いて、余剰電力を全て売電できるものと仮定して 1 時間単位で翌日の各構成要素の制御方法を決定する。これを運転スケジュールという。運転スケジュールでは、WG 部、PV 部、蓄電池、FC、商用電力網の優先順位で外部出力への電力の供給源を選択する。また、WG 部、PV 部で発電した電力を外部出力に使用しても、発電した電力に余剰がある場合は、蓄電池の充電、水電解装置の運転、商用電力網への売電の優先順位で電力を使用する。
- (3) 運転スケジュールと最大売電電力から、売電可能な電力を予測する。ある時刻に売電できない余剰電力が発生すると予測した場合、運転スケジュールを修正し

て、蓄電池及び FC を優先的に使用する。このように、あらかじめ放電させることによって、売電できない余剰電力を使用して蓄電池を充電する、又は水電解装置を運転することができる。売電できない余剰電力を貯蔵する余裕がない場合には、余剰電力が発生しないように電力の供給源を制御する。

- (4) 買電時には、外部出力、蓄電池、水電解装置の優先順位で電力を受け入れる。グリッドサーバから蓄電の要求があった場合には、蓄電池、水電解装置の優先順位で電力を受け入れる。

[グリッドサーバと各発電ステーション間の通信]

グリッドサーバは、インターネットで各発電ステーションの管理 CPU と接続されている。グリッドサーバから各発電ステーションに送信する伝送フレームを下り伝送フレーム、それに応答して各発電ステーションから送信する伝送フレームを上り伝送フレームと呼ぶ。グリッドサーバと各発電ステーション間の伝送フレームを、図 5 に示す。グリッドサーバは各発電ステーションに順に下り伝送フレームを送信して、売電を要求する電力の大きさ（以下、売電要求電力という）又は蓄電を要求する電力の大きさ（以下、蓄電要求電力という）を指示する。グリッドサーバは、上り伝送フレームを受信した後で、次の発電ステーションに下り伝送フレームを送信する。各伝送フレームの長さは 256 バイト（固定）である。

下り伝送フレーム

ヘッダ	①発電ステーション No.	②売電要求電力 (kW)	③蓄電要求電力 (kW)	その他	フッタ
-----	---------------	--------------	--------------	-----	-----

上り伝送フレーム

ヘッダ	発電ステーション No.	発電電力 1	発電電力 2	発電電力 3	蓄電電力量	水素の貯蔵量	売電可能な電力	その他	フッタ
-----	--------------	--------	--------	--------	-------	--------	---------	-----	-----

図 5 グリッドサーバと各発電ステーション間の伝送フレーム

[管理 CPU と各構成要素間の通信]

管理 CPU は、5 ミリ秒周期で各構成要素全てに、現時点での出力電流などのステータスの送信を要求する。各構成要素は、順次、一定の時間を空けてステータスを送信することによって応答する。また、管理 CPU は、ステータス送信要求と同時に

1 周期に 1 台の任意の構成要素に制御指示を送信できる。送信テキストは、有効データ量 16 バイト（固定）を 200 ビット（固定）で送信する。

管理 CPU と各構成要素間の伝送の様子を、図 6 に示す。1 周期内での送信テキストの間隔は、10 マイクロ秒（固定）である。

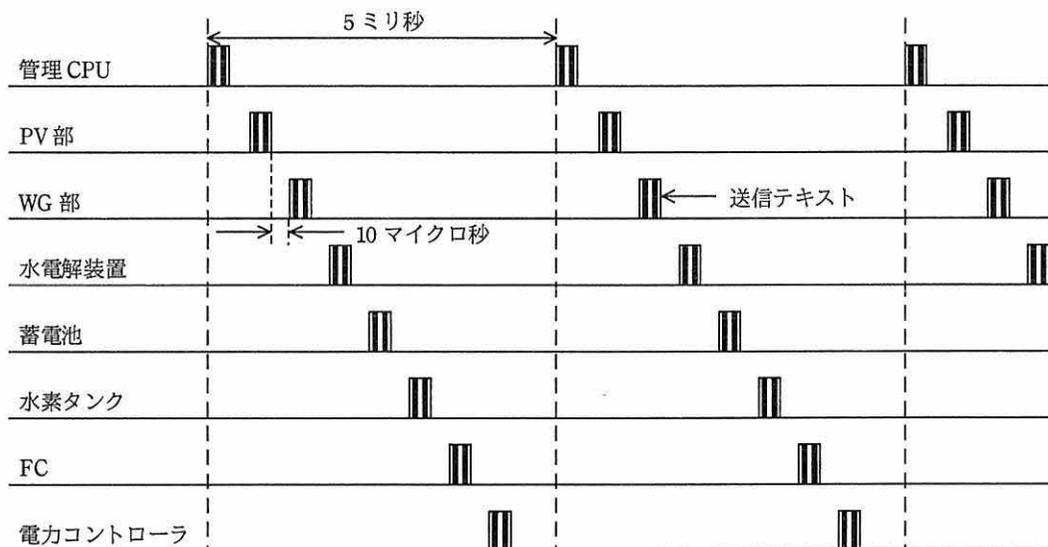


図 6 管理 CPU と各構成要素間の伝送の様子

〔管理 CPU の実行プログラム〕

管理 CPU が実行するプログラムの一覧を表 2 に示す。メインプログラム以外のプログラムは割り込み処理プログラムであり、実行優先度の数値が小さいものほど優先度が高く、イベントドリブンプリエンティブ方式で実行される。

表 2 管理 CPU が実行するプログラムの一覧

実行優先度	処理名	説明	備考
1	タイマ割込み 1	・発電電力を測定するために、WG 部、PV 部、FC、蓄電池の電流センサから、電流値を、センサ専用線で読み込む。	1 ミリ秒ごとに実行する。 実行ステップ数：2k
2	伝送受信割込み	・受信データ用 FIFO に、16 バイト分の有効な受信データが格納された時点で割込みが発生する。 ・1 回の割込みで、16 バイトの受信データを読み込む。	実行ステップ数：2k
3	伝送送信割込み	・伝送周期ごとに、また、16 バイトの送信データ用 FIFO が空になったときに割込みが発生する。 ・送信すべきデータがあるときには、1 回の割込みで 16 バイトの送信データを送信データ用 FIFO に書き込む。	実行ステップ数：2k
4	タイマ割込み 2	・WG 部の風速計、PV 部の日射計、温度センサ、FC の温度センサなどの測定値をセンサ専用線で読み込む。	1 秒ごとに実行する。 実行ステップ数：20k
5	メインプログラム	・グリッドサーバとの通信、電力コントローラの制御、冷却器の制御などを実行する。	

〔PV 部のシステム構成〕

PV 部のシステム構成を図 7 に、PV 部の主な構成要素を表 3 に示す。

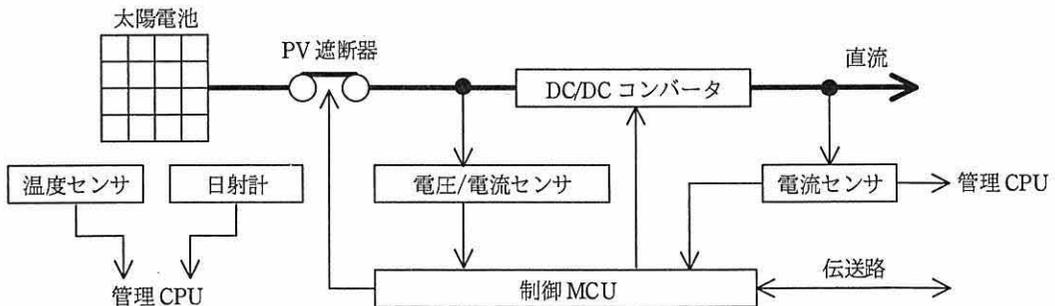


表 3 PV 部の主な構成要素

No.	構成要素	説明
1	制御 MCU	・ DC/DC コンバータを制御する。 ・ 管理 CPU からのステータス送信要求に従って、ステータスを送信する。
2	太陽電池	・ 日射強度 $1,000 \text{ W/m}^2$ のときに最大出力となる。
3	温度センサ	・ 太陽電池の表面温度を測定する。管理 CPU に接続されている。
4	日射計	・ 日射強度を測定する。管理 CPU に接続されている。
5	電圧/電流センサ	・ 太陽電池の出力電圧・電流を測定する。制御 MCU に接続されている。
6	DC/DC コンバータ	・ 太陽電池の出力電圧を定電圧に変換する。制御 MCU によって制御する。
7	電流センサ	・ DC/DC コンバータの出力電流を測定する。管理 CPU 及び制御 MCU に接続されている。
8	PV 遮断器	・ 制御 MCU によって、太陽電池の接続、切断を制御する。

設問 1 発電ステーションの仕様について、(1)～(5)に答えよ。

- (1) 水素タンクがまだ貯蔵可能な状態かつ蓄電池の充電率が 100% の状態で、管理 CPU が水電解装置を運転させる場合が二つある。それぞれ 30 字以内で述べよ。ここで、売電はしないものとする。
- (2) 水素の貯蔵量が 100% の場合、FC から電力コントローラに出力できる最大電力量は何 kWh 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、FC は起動後、連続運転し、水電解装置は新たに運転しないものとする。
- (3) 蓄電池の充電率及び水素の貯蔵量がともに 100% ではなく、WG 部、PV 部の発電電力に余剰がある場合、管理 CPU が蓄電池を優先して充電するように指示する仕様である理由を、30 字以内で述べよ。
- (4) 蓄電池と FC だけで 10kW の電力を切れ目なく供給したい。初めは、蓄電池から 10kW を出力し、蓄電池の残量が 0% になったときに継続して FC から出力する。蓄電池の残量が何% になったときに FC を起動すればよいか。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。ここで、WG 部、PV 部及び商用電力網からの電力の供給はないものとする。
- (5) ある日の風速を図 8 に、日射強度を図 9 に示す。(a)、(b)に答えよ。

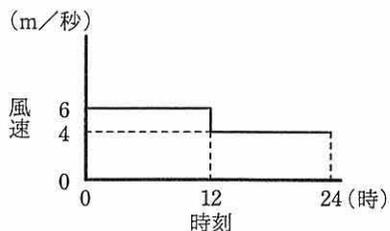


図 8 風速

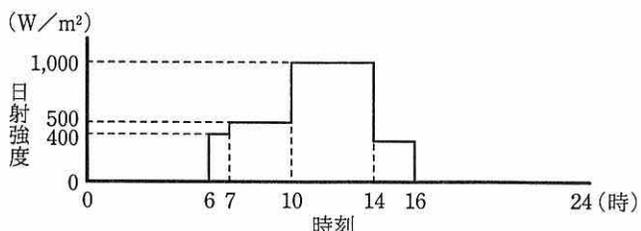


図 9 日射強度

- (a) 10時から11時までの間、WG部とPV部で得られる電力量の合計値は、何kWhか。答えは小数第1位を四捨五入して、整数で求めよ。
- (b) 短期売電情報が図2の場合、13時から14時までの間に売電可能な電力量は、何kWh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、外部出力への電力の供給は10kW、蓄電池の充電率は100%、水素の貯蔵量は100%とする。発電ステーションで使用する電力は無視できるものとする。

設問2 発電ステーションの制御について、(1)～(4)に答えよ。

- (1) ある日の風速予測を図10に、日射強度予測を図11に、外部出力への電力の供給予測を図12に示す。0時の時点で、蓄電池の充電率は64%、水素の貯蔵量は100%とする。(a)，(b)に答えよ。

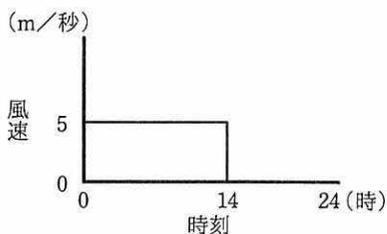


図 10 風速予測

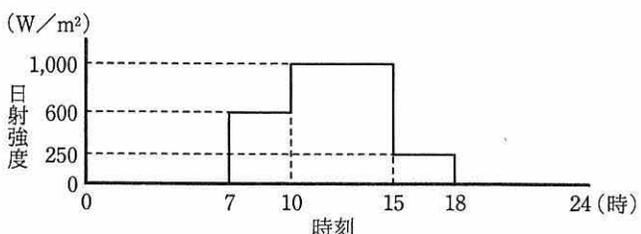


図 11 日射強度予測

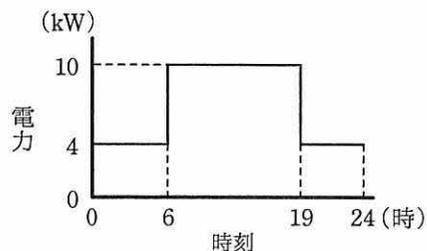


図 12 外部出力への電力の供給予測

- (a) 短期売電情報が終日 40 kW の場合、0 時から 6 時まで、管理 CPU が、電力コントローラに指示すべきことを、35 字以内で述べよ。
- (b) 短期売電情報が図 2 の場合、1 日に売電できる電力量を最大にするために、0 時から 6 時まで、管理 CPU が、電力コントローラに指示すべきことを、35 字以内で述べよ。
- (2) 管理 CPU がタイマ割込み 1 の周期の間に、メインプログラムの演算を実行できる時間は、最小で何マイクロ秒か。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。ここで、タイマ割込み 1 の周期の間に伝送受信割込みと伝送送信割込みが、合計で 5 回発生するものとする。
- (3) WG 部、PV 部の出力が急に变化した場合に、工場、ビルへの出力に影響が出ないように、10 ミリ秒以内に電力コントローラへの指示を送信完了する必要がある。管理 CPU が表 2 のプログラムを実行している場合に、メインプログラムは何ミリ秒以内に処理を完了する必要があるか。答えは小数第 2 位を切り捨てて、小数第 1 位まで求めよ。ここで、処理の切替時間は無視できるものとする。
- (4) 発電ステーション No.1~3 の発電電力及び買電電力の例を、表 4 に示す。このとき、グリッドサーバが、商用電力網の 20kW の余剰電力を発電ステーションに受け入れさせることを計画している。表 4 中のどの発電ステーションに電力を受け入れさせるのが最適か。そのときに、グリッドサーバが送信する図 5 の下り伝送フレーム内の①~③の値を整数で求めよ。ここで、発電電力、外部出力電力、売電電力を + 表示とし、蓄電電力、買電電力を - 表示とする。

表 4 発電ステーション No. 1～3 の発電電力及び買電電力の例

単位 kW

	発電ステーション No.1	発電ステーション No.2	発電ステーション No.3
WG 部	20	10	0
PV 部	20	20	10
FC	0	0	0
外部出力	10	15	20
蓄電池	-20 (充電率：50%)	-15 (充電率：50%)	10 (充電率：50%)
水電解装置	-10	0	0
商用電力網	0	0	0

設問 3 スマートグリッドでの電力の品質の安定性確保について、(1)～(4)に答えよ。

スマートグリッドの電圧，周波数精度を確保して電力の品質を安定させるためには，スマートグリッド内の施設の消費電力，発電ステーションの余剰電力の管理及び不具合事象を想定した対策が重要になる。

- (1) インターネットの不具合によって，グリッドサーバから供給スケジュールをダウンロードできなかった。この場合，翌日の最大売電電力の決定方法を，30 字以内で述べよ。
- (2) 管理 CPU が各構成要素の出力電力を測定したとき，PV 部の出力が日射強度予測から推測される値よりも大きく下回っていた。この場合，PV 部の故障か，日射強度予測の誤りかを判断したい。その判断方法を，40 字以内で述べよ。
- (3) 水素タンクからの水素漏れがないにもかかわらず，貯蔵量センサによる水素の貯蔵量の測定値と比較して圧力センサによる水素の貯蔵量の測定値が一時的に低く表示された。この場合，管理 CPU が，安全性を考慮して行うべき制御を，45 字以内で述べよ。
- (4) 図 6 に示す伝送が停止すると，管理 CPU が各構成要素を制御できなくなる。この場合，発電ステーションの安全確保のために，電力コントローラと水電解装置が行うべき操作を，それぞれ 15 字以内で述べよ。

問2 複数の駐輪場を管理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。

E 社は、レンタル自転車の貸出し・返却と、それ以外の自転車（以下、一般自転車という）の駐輪の、両方に対応した駐輪場を管理するシステム（以下、駐輪場管理システムという）を開発している。一つの駐輪場には、精算機が 1 台設置され、精算機と管理サーバとの間を携帯電話回線経由で通信させることによって、複数の駐輪場を集中管理することができる。駐輪場管理システムの構成を図 1 に示す。



図 1 駐輪場管理システムの構成

〔駐輪場の構成〕

駐輪場は、精算機と、自転車を止める同じ仕様の複数のラックで構成される。精算機とラックは、双方向通信可能なシリアル I/F とシリアルケーブルによって数珠つなぎに接続される。精算機の外観とラック接続を図 2 に、精算機的主要構成要素を表 1 に、ラックの外観を図 3 に、ラックの主要構成要素を表 2 に、それぞれ示す。

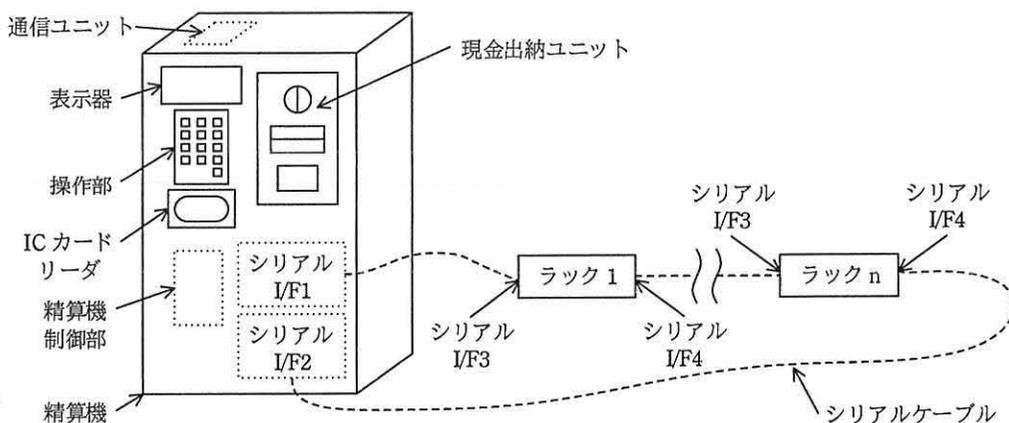


図 2 精算機の外観とラック接続

表 1 精算機の主な構成要素

構成要素	説明
精算機制御部	・精算機全体を制御する。
操作部	・0～9の数字ボタン，精算ボタン，貸出ボタン及び取消ボタンで構成される。
表示器	・駐輪料金などの情報を表示する。
ICカードリーダー	・ICカードとの通信を行う。
通信ユニット	・携帯電話回線を経由して管理サーバとの通信を行う。
現金出納ユニット	・現金の入金及び釣銭の出金を行う。
シリアル I/F	・シリアル I/F1，シリアル I/F2の二つの I/F でラックとの通信を行う。

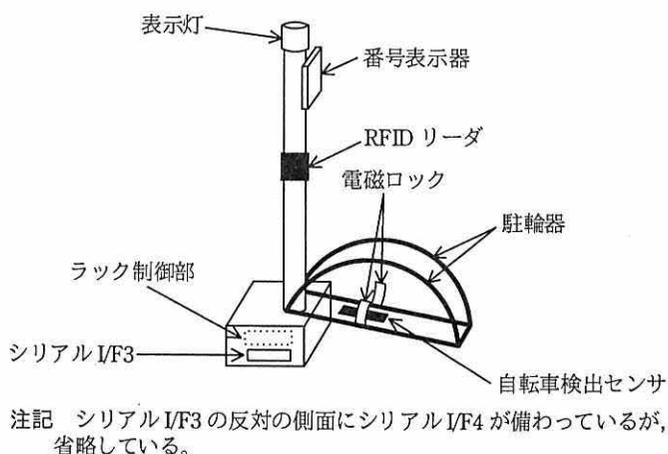


図 3 ラックの外観

表 2 ラックの主な構成要素

構成要素	説明
ラック制御部	・ラック全体を制御する。
駐輪器	・自転車の前輪を支持し，駐輪中は電磁ロックで施錠する。
自転車検出センサ	・駐輪器に自転車の前輪が載せられているかどうかを検出する。
表示灯	・LED で赤又は青色を表示する。点灯，1 秒周期の点滅，500 ミリ秒周期の高速点滅の三つの点灯パターンをもつ。
番号表示器	・ラックの番号（以下，ラック番号という）を表示する。
シリアル I/F	・シリアル I/F3，シリアル I/F4の二つの I/F で精算機との通信を行う。
RFID リーダ	・レンタル自転車のハンドル部分に備えられた RF タグから，レンタル自転車固有の ID（以下，自転車 ID という）を読み出す。

〔駐輪場の概要〕

- ・精算機 1 台に，最大 254 台のラックを接続することができる。
- ・ラックの番号表示器に表示されるラック番号は，1～999 の間で自由に設定できる。
- ・ラックには，一般自転車の駐輪用（以下，一般用ラックという）と，レンタル自転車の駐輪用（以下，レンタル用ラックという）の，二つの使用方法（以下，種別という）がある。全てのラックは同じ機能を持ち，一般用ラック又はレンタル用ラックとして使用できる。
- ・一般用ラックには，一般自転車，レンタル自転車の，いずれも駐輪できる。
- ・ラックを，一般用ラックとして使用するか，レンタル用ラックとして使用するかは，精算機が動的に決定し，表示灯の色によって利用者に区別を示す。表示灯の表示仕様を，表 3 に示す。

表 3 表示灯の表示仕様

点灯パターン	表示灯の色	
	赤	青
点灯	・一般自転車が駐輪中であることを示す。	・貸出可能なレンタル自転車が駐輪中であることを示す。
点滅	・一般自転車，レンタル自転車の，いずれも駐輪可能な空き一般用ラックであることを示す。	・空きレンタル用ラックであることを示す。
高速点滅	・駐輪中の一般自転車の，駐輪料金の精算が済んで，一般自転車が取出可能であることを示す。	・レンタル自転車が駐輪中のときは，そのレンタル自転車が取出可能であることを示す。 ・空きレンタル用ラックに，一般自転車を駐輪しようとしたときは，駐輪不可であることを示す。

〔駐輪場管理システムの利用形態と動作概要〕

駐輪場管理システムの利用形態と動作概要を表 4 に示す。ここで，利用者がレンタル自転車を借りるには，個人情報とレンタル料金の支払方法を登録して会員となり，会員番号が記録された貸出 IC カード（以下，貸出カードという）をあらかじめ入手しておく必要がある。また，レンタル自転車は，一つの駐輪場管理システム内の，どの駐輪場でも返却することができる。

表 4 駐輪場管理システムの利用形態と動作概要

利用形態	動作概要
一般自転車の駐輪	<ol style="list-style-type: none"> ① 利用者が、表示灯が赤点滅している空き一般用ラックの駐輪器に、一般自転車の前輪を載せる。 ② 駐輪された自転車がレンタル自転車ではないことが識別されると、駐輪器の電磁ロックが施錠され、表示灯が赤点灯になる。
一般自転車の取返し	<ol style="list-style-type: none"> ① 利用者が精算機の数字ボタンでラック番号を指定してから精算ボタンを押す。 ② 精算機は、駐輪料金を表示器に表示する。 ③ 利用者が精算機に現金を投入する、又はプリペイド方式の IC カード（以下、精算カードという）を精算機の IC カードリーダにかざすことによって駐輪料金を精算する。精算が完了するまでは、精算機の取消ボタンで精算を取り消すことができる。 ④ 精算が完了すると、指定されたラックの表示灯が赤高速点滅になり、駐輪器の電磁ロックが解錠される。 ⑤ 利用者が一般自転車を取り出すと、表示灯が赤点滅になる。ここで、5 分以内に取り出さなかった場合、駐輪器の電磁ロックは再び施錠され、表示灯が赤点灯になる。
レンタル自転車の貸出し	<ol style="list-style-type: none"> ① 利用者が精算機の貸出ボタンを押した後で、IC カードリーダに貸出カードをかざす。 ② 精算機は管理サーバに会員番号を送信して、会員番号の有効性及びレンタル自転車の貸出状況を確認する。会員は、レンタル自転車を同時に 1 台だけ借りることができる。 ③ 貸出可能な会員番号の利用者であって、かつ、貸出可能なレンタル自転車があれば、精算機は、貸し出すレンタル自転車が止められているラック番号を表示器に表示する。 ④ 表示されたラック番号のラックの表示灯が青高速点滅になり、駐輪器の電磁ロックが解錠される。 ⑤ 利用者がレンタル自転車を取り出すと、表示灯が青点滅になり、レンタル自転車の貸出情報が管理サーバに送信される。ここで、5 分以内に取り出さなかった場合、駐輪器の電磁ロックは再び施錠され、表示灯が青点灯になる。 ⑥ 管理サーバは、貸出情報を受け取った時刻を記憶する。
レンタル自転車の返却	<ol style="list-style-type: none"> ① 利用者が、駐輪可能な空きラックの駐輪器に、借りたレンタル自転車の前輪を載せる。 ② 駐輪された自転車がレンタル自転車であることが識別されると、駐輪器の電磁ロックが施錠され、表示灯が青点灯になる。一般用ラックに駐輪した場合は、表示灯が青点灯になり、そのラックはレンタル用ラックとして管理される。 ③ レンタル自転車の返却情報が管理サーバに送信される。 ④ 管理サーバは、貸出情報を受け取った時刻と、返却情報を受け取った時刻からレンタル料金を計算し、そのレンタル料金の精算処理を行う。

[ラック数の管理]

- ・精算機は、1 分ごとに一般用ラック数、レンタル用ラック数、及びそれらの空きラック数（以下、ラックの使用状況という）を確認して管理サーバに送信する。
- ・管理サーバは、各駐輪場の精算機から送信されるラックの使用状況と、貸出中のレンタル自転車の台数から、各駐輪場のレンタル用ラック及び一般用ラックの割

当数を計算し、レンタル用ラックとして使用するラック数を各精算機に送信する。

- ・ 精算機は、管理サーバからレンタル用ラック数の指示を受信すると、次のとおりレンタル用ラック数を変更する。
 - ー レンタル用ラック数を増やす場合は、空き一般用ラックを空きレンタル用ラックに変更する。
 - ー レンタル用ラック数を減らす場合は、空きレンタル用ラックを空き一般用ラックに変更する。
 - ー いずれの場合も、空きラック数が増減する数に満たない場合は、変更可能な数だけ種別を変更する。

[自転車の識別]

- ・ 精算機は、自転車がラックに駐輪されるたびに自転車 ID の読出しを試みる。自転車 ID を読み出せた場合は、その自転車がレンタル自転車かどうかを確認するために、管理サーバに問合せを行う。
- ・ 自転車 ID を読み出せなかった場合、及び管理サーバに問い合わせた結果、レンタル自転車ではなかった場合は、その自転車を一般自転車と判断する。
- ・ 利用者が一般自転車をレンタル用ラックに駐輪しようとした場合は、駐輪器の電磁ロックを施錠せずに表示灯を青高速点滅させる。このとき、利用者がラックから自転車を取り出すと、表示灯を青点滅に戻す。

[精算機とラックとの間の通信]

- ・ 各ラックには、精算機のシリアル I/F1 から接続された順に、1 から始まり最大 254 までのアドレス（以下、ラックアドレスという）が割り当てられる。ラックアドレスは、ラックの番号表示器に表示されるラック番号とは必ずしも一致しない。
- ・ 精算機とラックとの間の主な通信メッセージを表 5 に示す。通信メッセージは、1 バイトの識別番号と、1 バイトの送信先又は送信元ラックアドレスで始まり、3 バイト目以降は必要に応じて情報が付加される。送信先又は送信元ラックアドレスには 1~254 が入るが、接続確認要求だけ、255 が入る。

表 5 精算機とラックとの間の主な通信メッセージ

通信メッセージ名	送信元	内容
表示灯制御指示	精算機	・ラックの表示灯に表示する色と点灯パターンを指定する。
電磁ロック制御指示	精算機	・ラックの電磁ロックの解錠・施錠を指示する。
ラック番号指示	精算機	・ラックの番号表示器に表示するラック番号を指示する。
自転車 ID 要求	精算機	・自転車の RF タグから自転車 ID を読み出して応答することを要求する。
自転車 ID 応答	ラック	・ラックの RFID リーダが読み出した自転車 ID を返す。3 バイト目以降に自転車 ID が入る。自転車 ID を読み出せなかった場合は、自転車 ID に 0 を返す。
自転車検出通知	ラック	・ラックの駐輪器に自転車の前輪が載せられたこと (ON) 及び取り出されたこと (OFF) を通知する。
接続確認要求	精算機	・精算機が、全てのラックが正常に接続・稼働していることを確認するため、及び接続されているラックの台数を確認するために使用する。 ・精算機が 3 バイト目を 0 として送信する。受信した各ラックは、3 バイト目の数値に 1 を加算して次のラック又は精算機に送信する。

- ・精算機は、各ラックへの通信メッセージを、シリアル I/F1 又はシリアル I/F2のうち、①精算機と送信先ラックとの間のラックの台数が少ない方のシリアル I/F から送信する。どちらのシリアル I/F から送信しても送信先ラックとの間のラックの台数が同じ場合、及び接続確認要求の場合は、シリアル I/F1 から送信する。
- ・各ラックは、受信した通信メッセージの送信先ラックアドレスを確認し、次のとおり動作する。
 - － 割り当てられたラックアドレスと一致した場合は、指示された動作を行う。
 - － 接続確認要求の場合は、作成した通信メッセージをシリアル I/F4 から送信する。
 - － 割り当てられたラックアドレスと一致しなかった場合は、受信した通信メッセージをそのまま a から送信する。

[精算機と管理サーバとの間の通信メッセージ]

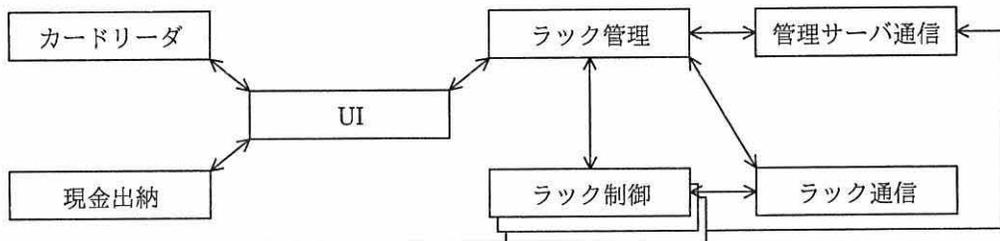
精算機と管理サーバとの間の主な通信メッセージを表 6 に示す。通信メッセージは、送信先又は送信元の精算機の識別番号と、各通信メッセージの処理に必要な情報などで構成される。

表 6 精算機と管理サーバとの間の主な通信メッセージ

通信メッセージ名	送信元	説明
会員番号確認要求	精算機	・会員番号の確認を要求する。
貸出通知	精算機	・ラックからレンタル自転車が取り出され、貸し出されたことを通知する。
自転車 ID 確認要求	精算機	・レンタル自転車かどうかの確認を要求する。
返却通知	精算機	・レンタル自転車がラックに駐輪され、返却されたことを通知する。
ラック使用状況通知	精算機	・ラックの使用状況を通知する。
精算カード支払通知	精算機	・精算カードで支払が行われたことを通知する。
会員番号確認応答	管理サーバ	・会員番号確認要求に含まれた会員番号が有効かどうか、及びその会員番号でのレンタル自転車の貸出しがあるかどうかを応答する。
自転車 ID 確認応答	管理サーバ	・自転車 ID 確認要求に含まれた自転車 ID が、レンタル自転車の自転車 ID かどうかを応答する。
ラック数調整指示	管理サーバ	・レンタル用ラックとして使用するラック数を指示する。

〔精算機の制御部のソフトウェア構造〕

精算機の制御部では、リアルタイム OS を使用する。精算機の制御部のタスク構造を図 4 に、精算機の制御部のタスク処理概要を表 7 に、ラック制御タスクの状態遷移図を図 5 に、それぞれ示す。



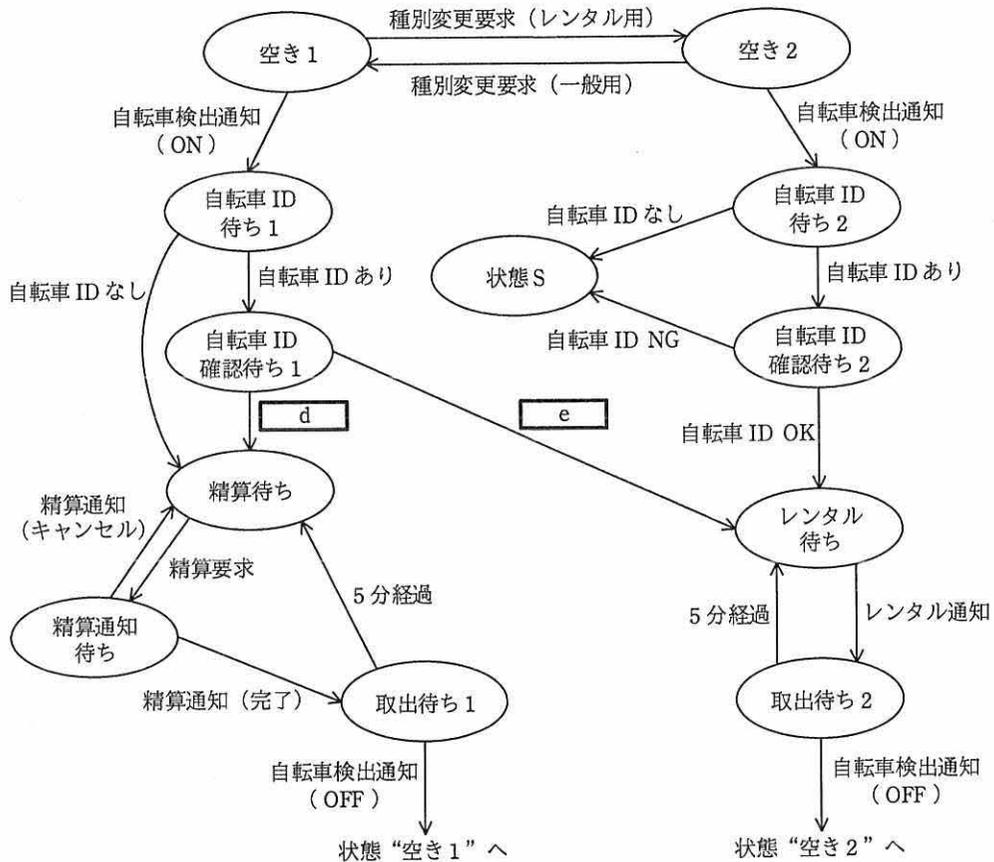
注記 1 矢印は、メールボックスを使用した、タスク間のメッセージ通信の方向を示す。

注記 2 ラック制御タスクは、1 台のラックに対して一つのタスクを割り当てる。

図 4 精算機の制御部のタスク構造

表 7 精算機の制御部のタスク処理概要

タスク名	処理概要
UI	<ul style="list-style-type: none"> ・ ラック番号と精算ボタンが入力されると、ラック管理タスクに精算要求を通知する。 ・ ラック管理タスクから精算応答を受けると、精算カード又は現金で精算を行い、結果を精算通知としてラック管理タスクに通知する。 ・ 貸出ボタンが入力されると、貸出カードの情報を読み、ラック管理タスクにレンタル要求を通知し、レンタル応答で受けた情報を表示器に表示する。
ラック制御	<ul style="list-style-type: none"> ・ 図 5 の状態を内部に保持し、状態の変化があればラック状態通知としてラック管理タスクに通知する。 ・ ラック管理タスクから種別変更要求を受けると、状態が“空き 1”又は“空き 2”の場合だけ種別を変更し、結果を種別変更応答として通知する。 ・ ラック管理タスクから精算要求を受けると、駐輪料金を計算し、精算応答としてラック管理タスクに通知する。その後、ラック管理タスクから精算通知を受ける。
ラック管理	<ul style="list-style-type: none"> ・ 初期化時に、ラックに接続確認要求メッセージを送信し、その戻りのメッセージで検出したラック台数分のラック制御タスクを生成する。タスク生成時に、ラックアドレス、ラック番号及び種別を引数として渡す。 ・ ラック番号、ラック制御タスクの状態及び種別から成るラック状態テーブルを管理する。 ・ ラック制御タスクからラック状態通知を受けると、該当するラックのラック制御タスクの状態と種別をラック状態テーブルに記憶する。 ・ 1 分ごとにラック状態テーブルを参照してラックの使用状況をカウントし、変化があればラック使用状況通知メッセージを管理サーバに送信する。 ・ 管理サーバからラック数調整指示メッセージを受信すると、ラック制御タスクとの間で種別変更要求及び種別変更応答を送受信し、レンタル用ラック数を変更する。 ・ UI タスクから精算要求を受けると、メッセージに含まれるラック番号を確認し、精算機に接続されているラックであり、かつ、対応するラック制御タスクの状態が“精算待ち”の場合、以降、精算要求、精算応答及び精算通知を UI タスクとラック制御タスク間で中継する。それ以外の場合、精算応答でエラーを通知する。 ・ UI タスクからレンタル要求を受けると、メッセージに含まれる会員番号を確認した後、②貸出可能なレンタル自転車の有無を確認し、UI タスクにレンタル応答として通知する。貸出可能なレンタル自転車がある場合、該当するラック制御タスクにレンタル通知を通知する。その後、レンタル通知を受けたラック制御タスクが、状態“空き 2”又は b に遷移するまでは、c に対するレンタル要求はレンタル応答で不可を通知する。 ・ ラック制御タスクから自転車 ID 確認要求を受けると、管理サーバに自転車 ID 確認要求メッセージを送信し、自転車 ID 確認応答メッセージを受信した後、ラック制御タスクに結果を通知する。
カードリーダー	<ul style="list-style-type: none"> ・ 他タスクからの要求によって、IC カードとの通信を行う。
現金出納	<ul style="list-style-type: none"> ・ UI タスクから現金出納要求を受けると、指定金額の現金出納を行い、UI タスクに応答を通知する。
管理サーバ通信	<ul style="list-style-type: none"> ・ 管理サーバとの間でメッセージの送受信を行う。
ラック通信	<ul style="list-style-type: none"> ・ ラックとの間でメッセージの送受信を行う。 ・ ラックから接続確認要求メッセージの戻りのメッセージを受信すると、結果をラック管理タスクに通知する。



注記 一部の状態からの状態“空き1”又は状態“空き2”への遷移は省略している。

図5 ラック制御タスクの状態遷移図

設問1 駐輪場管理システムの仕様について、(1)～(3)に答えよ。

(1) 駐輪場管理システムの動作について、(a)～(c)に答えよ。

(a) 管理サーバが精算に関する処理を開始する場合は二つある。精算機からの通信メッセージを受信したときか。通信メッセージ名を表6中の字句でそれぞれ答えよ。

(b) 表6中の貸出通知の内容として、精算機の識別番号以外に必要な情報を二つ答えよ。

(c) 精算機がラックに対して、表示灯を赤点滅から青点滅に変えるように指示するのは、どのような場合か。60字以内で述べよ。

(2) 駐輪場管理システムの、ある利用形態における動作シーケンスを図6に示す。(a)、(b)に答えよ。

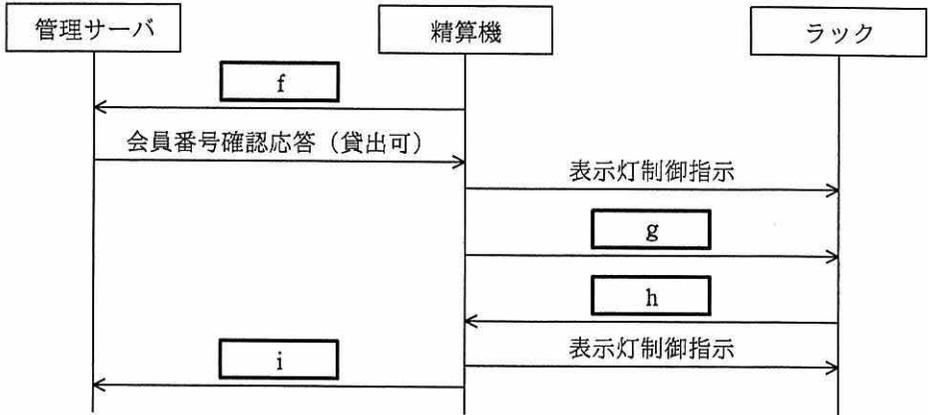


図 6 駐輪場管理システムの、ある利用形態における動作シーケンス

- (a) 図 6 中の , に入れる適切な通信メッセージ名を、表 6 中の字句で答えよ。
- (b) 図 6 中の , に入れる適切な通信メッセージ名を、表 5 中の字句で答えよ。
- (3) 精算機とラックとの通信について、(a), (b) に答えよ。
- (a) 精算機が、[精算機とラックとの間の通信]にある下線①の判断を行うために、送信先ラックアドレス以外に必要な情報を 25 字以内で、その情報の取得方法を 30 字以内で述べよ。
- (b) 本文中の に入れる適切な内容を 30 字以内で具体的に述べよ。
- 設問 2 制御部のタスク設計について、(1)～(3)に答えよ。
- (1) タスクの処理について、(a)～(c)に答えよ。
- (a) ラック管理タスクが送信するレンタル応答に含まれるべき情報を、35 字以内で述べよ。
- (b) 表 7 中の下線②の処理では、ラック状態テーブルを参照して、貸出可能なレンタル自転車の有無を確認する。貸出可能なレンタル自転車がなかった場合、ラック状態テーブル中に、“自転車 ID 待ち 1”，“自転車 ID 待ち 2”，“自転車 ID 確認待ち 1”，“自転車 ID 確認待ち 2” 又は “取出待ち 2” の状態のラックが存在するときに、一定時間後、再度ラック状態テーブルを確認する。そのような処理を行う理由を 45 字以内で述べよ。
- (c) 表 7 中の , に入れる適切な字句を答えよ。

(2) ラック制御タスクの状態遷移について、(a)，(b)に答えよ。

(a) 図 5 中の、状態 S はどのような状態か。25 字以内で述べよ。

(b) 図 5 中の ， に入れる適切な状態遷移条件を答えよ。

(3) 一般用ラックにレンタル自転車を返却した場合、種別が変化したことをラック管理タスクが認識する方法を、60 字以内で述べよ。

設問 3 駐輪場管理システムの機能拡張について、(1)～(3)に答えよ。

大規模駐輪場でラックを 255 台以上設置できるよう、254 台まで管理できる精算機を、2 台まで導入できるようにする。

- ・精算機間は LAN で接続する。
- ・管理サーバに接続する精算機は 1 台だけとし、精算機のスイッチ設定で管理サーバに接続する精算機を決める。管理サーバに接続する精算機を精算機 1、接続しない精算機を精算機 2 という。
- ・貸出手続及び任意のラックの駐輪精算手続は、全ての精算機で行えるようにする。
- ・精算機の制御部は精算機 1、2 ともに同じソフトウェアを使用し、初期化時にスイッチ設定の内容を読み出し、精算機 1 又は精算機 2 の動作を実行する。精算機の制御部のタスク変更概要を、表 8 に示す。

表 8 精算機の制御部のタスク変更概要

タスク名	変更概要
精算機間通信	<ul style="list-style-type: none"> ・新規に作成し、精算機間でメッセージを送受信する。 ・他精算機からメッセージを受信すると、対応するタスクに通知する。
ラック管理	<ul style="list-style-type: none"> ・UI タスクから精算要求を受けると、メッセージに含まれるラック番号を確認し、自精算機に接続されているラック以外であれば、他精算機のラック管理タスクとの間でメッセージを送受信しながら精算処理を行う。 ・UI タスクからレンタル要求を受け、自精算機に貸出可能なレンタル自転車がない場合、他精算機のラック管理タスクとの間でメッセージを送受信しながら貸出処理を行う。 ・精算機 1 のラック管理タスクは 1 分ごとにラック状態テーブルを読み出すとともに、精算機 2 のラック管理タスクからラックの使用状況を読み出し、ラック使用状況通知メッセージを管理サーバに送信するかどうかの判断を行う。 ・精算機 1 のラック管理タスクは、管理サーバから会員番号確認応答メッセージを受信すると、j の場合、精算機 2 のラック管理タスクに送信する。自転車 ID 確認応答メッセージを受信した場合も同様の処理を行う。 ・精算機 1 のラック管理タスクは、管理サーバからラック数調整指示メッセージを受信すると、自精算機に接続されているラックのレンタル用ラック数の変更を行い、必要に応じて、精算機 2 のラック管理タスクにもレンタル用ラック数の変更を要求する。
ラック制御	<ul style="list-style-type: none"> ・③精算通知待ちで精算要求を受けると、精算応答でエラーを通知する。
管理サーバ通信	<ul style="list-style-type: none"> ・精算機 2 の管理サーバ通信タスクは、他タスクから受けたメッセージを、精算機間通信タスクを経由して、精算機 1 の管理サーバ通信タスクに送信する。

- (1) 表 8 中の j に入れる適切な条件を、20 字以内で述べよ。
- (2) 駐輪場管理システムの機能拡張の開発中、管理サーバに精算機 1 が管理するレンタル自転車の貸出通知メッセージが送信され、続いて精算機 2 が管理するレンタル自転車の貸出通知メッセージが同一会員番号で送信される不具合が発生した。このときの利用者の操作内容を 60 字以内で述べよ。また、不具合に対処するためにラック管理タスクを変更する場合、その変更点を 60 字以内で述べよ。
- (3) ラック管理タスクは、精算要求に対して、該当するラック制御タスクの状態が“精算待ち”の場合だけラック制御タスクに精算要求を通知する。しかし、ラック管理タスクがラック制御タスクに精算要求を通知した後、他精算機から精算要求を受信した場合などに、表 8 中の下線③が発生する可能性がある。発生する場合のラック管理タスクのメッセージ受信シーケンスを、40 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。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、次のものに限りです。
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。

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。