

令和6年度 春期
応用情報技術者試験
午後 問題

試験時間 13:00～15:30（2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 11
選択方法	必須	4 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 または 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、右の例に従って、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。問 2～問 11 について、5 問以上○印で囲んだ場合は、はじめの 4 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，問 4，問 6，
問 8 を選択した場合
の例〕

選択欄	
必須	問 1
	問 2
	問 3
	問 4
	問 5
4 問選択	問 6
	問 7
	問 8
	問 9
	問 10
	問 11

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。

正 誤 表

令和 6 年 4 月 21 日実施

応用情報技術者試験 午後 問題

ページ	問題 番号	行	誤	正	訂正の内容
52	9	12 行目	色づきの <u>な</u> などの	色づきなどの	下線部分を 削除する。

〔問題一覧〕

●問 1（必須）

問題 番号	出題分野	テーマ
問 1	情報セキュリティ	リモート環境のセキュリティ対策

●問 2～問 11（10 問中 4 問選択）

問題 番号	出題分野	テーマ
問 2	経営戦略	物流業の事業計画
問 3	プログラミング	グラフのノード間の最短経路を求めるアルゴリズム
問 4	システムアーキテクチャ	CRM（Customer Relationship Management）システムの改修
問 5	ネットワーク	クラウドサービスを活用した情報提供システムの構築
問 6	データベース	人事評価システムの設計と実装
問 7	組込みシステム開発	業務用ホットコーヒーマシン
問 8	情報システム開発	ダッシュボードの設計
問 9	プロジェクトマネジメント	IoT 活用プロジェクトのマネジメント
問 10	サービスマネジメント	テレワーク環境下のサービスマネジメント
問 11	システム監査	支払管理システムの監査

擬似言語の記述形式（基本情報技術者試験，応用情報技術者試験用）

擬似言語を使用した問題では，各問題文中に注記がない限り，次の記述形式が適用されているものとする。

〔擬似言語の記述形式〕

記述形式	説明
○ <u>手続名又は関数名</u>	手続又は関数を宣言する。
<u>型名</u> : <u>変数名</u>	変数を宣言する。
/* <u>注釈</u> */	注釈を記述する。
// <u>注釈</u>	
<u>変数名</u> ← <u>式</u>	変数に <u>式</u> の値を代入する。
<u>手続名又は関数名</u> (<u>引数</u> , …)	手続又は関数を呼び出し， <u>引数</u> を受け渡す。
if (<u>条件式</u> 1) <u>処理</u> 1 elseif (<u>条件式</u> 2) <u>処理</u> 2 elseif (<u>条件式</u> <i>n</i>) <u>処理</u> <i>n</i> else <u>処理</u> <i>n</i> + 1 endif	選択処理を示す。 <u>条件式</u> を上から評価し，最初に真になった <u>条件式</u> に対応する <u>処理</u> を実行する。以降の <u>条件式</u> は評価せず，対応する <u>処理</u> も実行しない。どの <u>条件式</u> も真にならないときは， <u>処理</u> <i>n</i> + 1を実行する。 各 <u>処理</u> は，0以上の文の集まりである。 elseif と <u>処理</u> の組みは，複数記述することがあり，省略することもある。 else と <u>処理</u> <i>n</i> + 1の組みは一つだけ記述し，省略することもある。
while (<u>条件式</u>) <u>処理</u> endwhile	前判定繰返し処理を示す。 <u>条件式</u> が真の間， <u>処理</u> を繰返し実行する。 <u>処理</u> は，0以上の文の集まりである。
do <u>処理</u> while (<u>条件式</u>)	後判定繰返し処理を示す。 <u>処理</u> を実行し， <u>条件式</u> が真の間， <u>処理</u> を繰返し実行する。 <u>処理</u> は，0以上の文の集まりである。
for (<u>制御記述</u>) <u>処理</u> endfor	繰返し処理を示す。 <u>制御記述</u> の内容に基づいて， <u>処理</u> を繰返し実行する。 <u>処理</u> は，0以上の文の集まりである。

〔演算子と優先順位〕

演算子の種類		演算子	優先度
式		() .	高
単項演算子		not + -	
二項演算子	乗除	mod × ÷	
	加減	+ -	
	関係	≠ ≤ ≥ < = >	
	論理積	and	
	論理和	or	低

注記 演算子 . は、メンバ変数又はメソッドのアクセスを表す。

演算子 mod は、剰余算を表す。

〔論理型の定数〕

true, false

〔配列〕

配列の要素は、“[”と“]”の間にアクセス対象要素の要素番号を指定することでアクセスする。なお、二次元配列の要素番号は、行番号、列番号の順に“,”で区切って指定する。

“{”は配列の内容の始まりを、“}”は配列の内容の終わりを表す。ただし、二次元配列において、内側の“{”と“}”に囲まれた部分は、1行分の内容を表す。

〔未定義、未定義の値〕

変数に値が格納されていない状態を、“未定義”という。変数に“未定義の値”を代入すると、その変数は未定義になる。

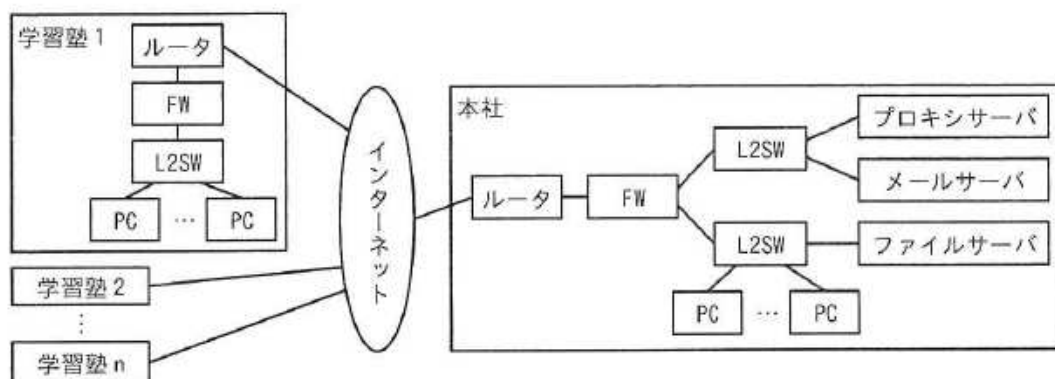
次の問1は必須問題です。必ず解答してください。

問1 リモート環境のセキュリティ対策に関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

Q社は、首都圏で複数の学習塾を経営する会社であり、各学習塾で対面授業を行っている。生徒及び生徒の保護者からはリモートでも受講が可能なハイブリッド型授業の導入要望があり、Q社の従業員からはテレワーク勤務の導入要望がある。

〔Q社の現状のネットワーク構成〕

Q社のネットワーク構成（抜粋）を図1に示す。



FW：ファイアウォール L2SW：レイヤー2スイッチ

注記 学習塾2～学習塾nは学習塾1と同様の構成である。

図1 Q社のネットワーク構成（抜粋）

〔Q社の現状のセキュリティ対策〕

Q社のセキュリティ対策は次のとおりである。

- ・パケットフィルタリングポリシーに従った通信だけをFWで許可し、その他の通信を遮断している。
- ・業務上必要なサイトのURL情報を基に、URLフィルタリングを行うソフトウェアをプロキシサーバに導入して、業務上不要なサイトへの接続を禁止している。
- ・PC及びサーバ機器には、外部媒体の使用ができない設定をした上で、マルウェア対策ソフトを導入して、マルウェア感染対策を行っている。
- ・PC、ネットワーク機器及びサーバ機器には、脆弱性^{ぜい}に対応する修正プログラム（以下、セキュリティパッチという）を定期的に確認した後、適用する方法で、脆弱性対策を行っている。

〔Q 社の現状のセキュリティ対策に関する課題〕

- ・ネットワーク機器及びサーバ機器の EOL (End Of Life) 時期が近づいており、機器の更新が必要である。
- ・セキュリティパッチが提供されているかの調査及び適用してよいかの判断に時間が掛かることがある。
- ・ルータと FW を利用した①境界型防御によるセキュリティ対策では、防御しきれない攻撃がある。
- ・セキュリティインシデントの発生を、迅速に検知する仕組みがない。

Q 社では、ハイブリッド型授業とテレワーク勤務が行えるリモート環境を実現し、Q 社のセキュリティに関する課題を解決する新たな環境を、クラウドサービスを利用して構築することになり、情報システム部の R 課長が担当することになった。

〔リモート環境の構築方針〕

R 課長は、境界型防御の環境に代えて、いかなる通信も信頼しないという

a の考え方に基づくリモート環境を構築することにした。

R 課長は、リモート環境について次の構築方針を立てた。

- ・クラウドサービスへの移行に伴い、ネットワーク機器及びサーバ機器は廃棄し、今後の Q 社としての EOL 対応を不要とする。
- ・②課題となっている作業を不要にするために、クラウドサービスは SaaS 型を利用する。
- ・セキュリティインシデントの発生を迅速に検知する仕組みを導入する。
- ・従業員にモバイルルータとセキュリティ対策を実施したノート PC（以下、貸与 PC という）を貸与する。今後は、本社、学習塾及びテレワークでの全ての業務において、貸与 PC とモバイルルータを使用してクラウドサービスを利用する。
- ・貸与 PC から業務上不要なサイトへの接続は禁止とする。
- ・生徒は、自宅などの PC（以下、自宅 PC という）からクラウドサービスを利用してリモートでも授業を受講できる。

〔リモート環境構築案の検討〕

R 課長はリモート環境の構築方針を部下の S 君に説明し、構築する環境の検討を指

示した。

S 君はリモート環境構築案を検討した。

- ・リモート環境の構築には、T 社クラウドサービスを利用する。
- ・貸与 PC から Web サイトを閲覧する際は、③プロキシを経由する。
- ・貸与 PC からインターネットを経由して接続する Web 会議、オンラインストレージ及び電子メール（以下、メールという）を利用することで、Q 社の業務及びリモートでの授業を行う。
- ・貸与 PC から T 社クラウドサービスへのログインは、ログインを集約管理するクラウドサービスである IDaaS（Identity as a Service）を利用する。従業員は ID とパスワードを用いてシングルサインオンで接続してクラウドサービスを利用する。
- ・④SIEM（Security Information and Event Management）の導入と、アラート発生時に対応する体制の構築を行う。
- ・貸与 PC には、マルウェア対策ソフトを導入し、外部媒体が使用できない設定を行う。また、⑤紛失時の情報漏えいリスクを低減する対策をとる。
- ・生徒は、自宅 PC からインターネット経由で、Web 会議に接続して、リモートで授業を受講できる。

S 君が検討したリモート環境構築案（抜粋）を図 2 に示す。

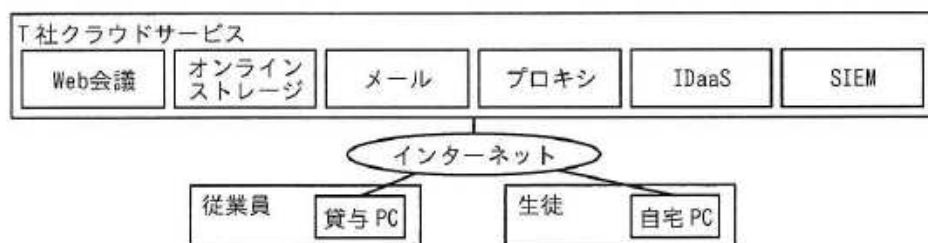


図 2 リモート環境構築案（抜粋）

〔構築案への指摘と追加対策の検討〕

S 君は検討した構築案について R 課長に説明した。すると、セキュリティ対策の不足に起因するセキュリティインシデントの発生を懸念した R 課長は、“a”では、クラウドサービスにアクセスする通信を信頼せずセキュリティ対策を行う必要がある。エンドポイントである貸与 PC と自宅 PC に対する攻撃への対策及びクラウドサービスのユーザー認証を強化する対策が必要である。追加の対策を検討するよう

に。”と指摘した。

R 課長が懸念したセキュリティインシデント（抜粋）を表 1 に示す。

表 1 R 課長が懸念したセキュリティインシデント（抜粋）

項番	分類	セキュリティインシデント
1	貸与 PC	ゼロデイ攻撃によるマルウェア感染
2		ファイルレスマルウェア攻撃によるマルウェア感染
3	自宅 PC	マルウェア感染した自宅 PC から Web 会議への不正アクセス
4	クラウドサービスのユーザー認証	不正ログインによる情報漏えい

S 君は、R 課長の指摘に対して、表 1 のセキュリティインシデントに対応した次の対策を追加することにした。

- ・項番 1, 2 の対策として、貸与 PC に⑥EDR (Endpoint Detection and Response) ソフトを導入する。
- ・項番 3 の対策として、T 社クラウドサービスは不正アクセス及びマルウェア感染の対策がとられていることを確認した。
- ・項番 4 の対策として、知識情報である ID とパスワードによる認証に加えて、所持情報である従業員のスマートフォンにインストールしたアプリケーションソフトウェアに送信されるワンタイムパスワードを組み合わせる認証を行う、bを採用する。

S 君は、これらの対策を追加した構築案を R 課長に報告し、構築案は了承された。

設問 1 本文中の下線①について、防御できる攻撃を解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

- ア システム管理者による内部犯行
- イ パケットフィルタリングのポリシーで許可していない通信による、内部ネットワークへの侵入
- ウ 標的型メール攻撃での、添付ファイル開封による未知のマルウェア感染
- エ ルータの脆弱性を利用した、インターネット接続の切断

設問2 「リモート環境の構築方針」について答えよ。

- (1) 本文中の a に入れる適切な字句を6字で答えよ。
- (2) 本文中の下線②について、課題となっている作業を25字以内で答えよ。

設問3 「リモート環境構築案の検討」について答えよ。

- (1) 本文中の下線③で実現すべきセキュリティ対策を、本文中の字句を用いて15字以内で答えよ。
- (2) 本文中の下線④を導入した目的を、「Q社の現状のセキュリティ対策に関する課題」と「リモート環境の構築方針」とを考慮して30字以内で答えよ。
- (3) 本文中の下線⑤について、対策として適切なものを解答群の中から全て選び、記号で答えよ。

解答群

- ア 貸与PCのストレージ全体を暗号化する。
- イ 貸与PCのモニターにのぞき見防止フィルムを貼付する。
- ウ リモートロック及びリモートワイプの機能を導入する。

設問4 「構築案への指摘と追加対策の検討」について答えよ。

- (1) 本文中の下線⑥について、表1の項番1, 2のセキュリティインシデントが発生した場合のEDRソフトの動作として適切なものを解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

- ア 貸与PCをネットワークから遮断し、不審なプロセスを終了する。
 - イ 登録された振る舞いを行うマルウェアの侵入を防御する。
 - ウ 登録した機密情報の外部へのデータ送信をブロックする。
 - エ パターン情報に登録されているマルウェアの侵入を防御する。
- (2) 本文中の b に入れる適切な字句を5字で答えよ。

[メモ用紙]

次の問 2 ～ 問 11 については 4 問を選択し、答案用紙の選択欄の問題番号を○印で囲んで解答してください。

なお、5 問以上○印で囲んだ場合は、はじめの 4 問について採点します。

問 2 物流業の事業計画に関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

B 社は、運送業務及び倉庫保管業務を受託する中規模の物流事業者である。従業員数は約 100 名で、関東甲信越エリアを中心に事業を行っており、高速道路や幹線道路へのアクセスの良い立地に複数の営業所と倉庫を構えている。主に、地場のメーカーと販売店との間の配送などを中心に事業を行ってきたが、同業他社との競争が激しく、ここ数年は収益が悪化傾向にあり、このままでは経営は厳しくなる一方である。B 社の C 取締役は、この状況の打開に向けて、顧客への新たな価値の提供を目指すべく、経営企画部の D 部長に事業計画の立案を指示した。

[B 社の環境分析]

D 部長は、自社の事業の置かれている状況を把握するために、環境分析を実施する必要があると考えた。環境分析には、自社を取り巻く経営環境のうち、自社以外の要因をマクロ的視点とミクロ的視点で分析する外部環境分析と、自社の経営資源に関する要因を分析し、自社の特徴を洗い出す内部環境分析がある。D 部長は、経営企画部の E 課長に、外部環境分析から実施するよう指示した。E 課長は、まず、PEST 分析を行い、PEST 分析の結果として B 社の事業に影響する要因の概要を表 1 のように整理した。

表 1 B 社の PEST 分析の結果

項番	要因	要因の概要
1	政治的要因	- 改正による総労働時間に関する規制の設定 - 運送・倉庫保管業は、以前は需給調整規制によって新規参入が困難であったが、近年、事業経営能力や安全確保能力のある事業者の参入が可能となり、参入障壁が低下 - 今後は、外国人労働者をドライバーとして採用できるように規制が緩和される見通し
2	経済的要因	- 燃料費上昇によるコストの上昇 - トラックによる運送の供給量に比べ、顧客からの運送に対する需要量の方が大きいことから、運送料が上昇することを顧客は一定の範囲で許容
3	社会的要因	- 高齢化が進み退職するドライバーが増える一方で少子化の影響で若年層のドライバーのなり手は減少することから、より良い処遇を提供しなければドライバーの確保が困難 - EC 市場の拡大に起因する運送需要の増加は今後も継続
4	技術的要因	- 自動運転に必要な技術の急速な発展 - SNS を活用した多様な購買方法の登場

次に、E 課長は、ファイブフォース分析を進めることにした。ファイブフォース分析の結果、B 社が受ける脅威の概要を表 2 のように整理した。

表 2 B 社のファイブフォース分析の結果

項番	脅威	脅威の概要
1	業界内の競争の脅威	運送・倉庫保管だけの物流サービスではコモディティ化して、過当競争となりがちであり、 b 競争が常に発生していることから脅威は大きい。
2	新規参入の脅威	以前と比べ参入障壁が低くなり、新規参入の脅威は大きい。
3	c サービスの脅威	・航空輸送や海上輸送といった手段があるが、現状では車両による陸送に代わるものではなく脅威は小さい。 ・車両の自動運転による配送やドローン配送の実証実験が行われているが、実用化はまだ先であり、現状の脅威は小さい。
4	売手の交渉力の脅威	d 。
5	買手の交渉力の脅威	顧客の要望は多様化しており、対応できないと市場から排除される脅威は大きい。

E 課長は、①PEST 分析、ファイブフォース分析の順に分析し、その結果について検討した。PEST 分析の結果から、a が改正されたことによって、ドライバーを含む労働力の総量が減少することが懸念され、また、社会的要因によってドライバーのなり手が減ることを認識した。このことはファイブフォース分析の結果における売手の交渉力の脅威にも大きな影響を及ぼすことに気が付き、ドライバーの需要に対して供給が減ることから、d と考えた。

E 課長は、これらの外部環境分析の結果を踏まえると、b 競争の渦中であり、減収減益となっている現状において、②B 社が業界内において競争優位を確立するための分析が必要であると考えた。E 課長は、その分析を実施した結果、B 社は、好立地にある営業所と倉庫をもっているにもかかわらず、そのことを生かして、多様化する顧客の要望に応えられていないことが収益悪化の原因であると結論付けた。

E 課長は、必要な分析を終えてその結果を D 部長に報告した。

〔顧客情報の定性的分析〕

E 課長は、D 部長から、運送・倉庫保管だけの物流サービスから、③マーケットイン志向の物流サービスに転換していくことによって、顧客に新たな価値を提供できる

のではないかとアドバイスを受けた。E 課長は、これまでの自社の顧客情報の分析は、受注履歴、契約金額などの数値を基に分析を行うことだけであり、数値だけでは捉えきれない顧客の要望を把握する分析を行っていなかったことに気が付いた。

E 課長は、顧客との接点が多いドライバーは、運送業務の過程で、顧客の事業に関して様々な気付きを得ているのではないかと考えた。そこで、ドライバーのもつ顧客の事業に関する気付きを把握するために調査を実施した。ドライバーからの回答には、顧客の事業に関する未知の情報、B 社に対する期待やクレーム、顧客に対する感想、相対する顧客社員への好悪の感情といった顧客の事業に関する情報とそれ以外の種々雑多な情報が混在していた。しかし、これまでは顧客情報として管理されていなかった様々な情報が含まれており、分析することで、顧客の要望を把握することができるのではないかと考えた。

ドライバーからの回答は、自由記述形式のテキストデータであり、テキストマイニングによる定性的分析を行うことができる。D 部長は、テキストマイニングによる分析を行うに当たり、④テキストデータを選別するよう、E 課長にアドバイスをした。E 課長は、選別したテキストデータの分析の結果、顧客の事業に関するキーワードとして、“コア業務”、“一括委託”といった単語が頻出しており、“コア業務”は“集中”との単語間の結びつきの強さがあり、複数の単語が同一文章中に共に出現することを意味する共起関係が強く表れていた。E 課長は、定性的分析の結果を D 部長に報告し、顧客への新たな価値の提供に向けた検討の了承を得た。

〔顧客への新たな価値の提供〕

B 社が顧客の業務を確認したところ、B 社倉庫から顧客の拠点に荷物が届いた後に、顧客はその荷物の検品やタグ付け、複数の荷物を一つに箱詰めすることといった作業を顧客社内で行うか、又は B 社とは異なる事業者へ委託しており、顧客にとって負担となっていた。B 社では、昨年、業務効率の向上を図るために営業所と倉庫内のレイアウト変更を実施し、新たな業務を行うことが可能なスペースを確保している。そこで、E 課長は、運送、倉庫保管といった従来の業務に加え、検品やタグ付け、箱詰めといった作業を行う流通加工業務を一括で受託して顧客に新たな価値を提供する 3PL (3rd Party Logistics) サービスが有効ではないかと考え、D 部長に提案した。D 部長は、3PL サービスを提供することで、B 社の既存顧客の要望を満たすとともに、新

た顧客の獲得につながる可能性もあると考え、E 課長の提案に賛同した。さらに、D 部長は、顧客が作業を委託している流通加工業者の一つである R 社において、流通加工業務の需要拡大に伴い施設の拡張を検討しているという話を聞いていた。そこで、B 社の営業所と倉庫を作業所として、B 社の運送・倉庫保管業務と R 社の流通加工業務とを組み合わせるサービスする業務提携を R 社と行うことで、B 社の 3PL サービスの提供が可能になるのではないかと考えた。D 部長は、E 課長に、R 社との業務提携の可能性があるかを調査するよう指示した。

E 課長は、顧客から R 社の紹介を受けて、業務提携の協議を行った。R 社との協議を行う中で E 課長は R 社の状況を次のように把握した。

- ・ R 社は流通加工業務の需要拡大に伴い、社員や作業所を増やし事業を拡大してきたが、作業所の多くは手狭になってきていて、別の作業所を探さなくてはならない。
- ・ 流通加工業務は、荷物の受入れと発送をスムーズに行えることが重要であり、これが作業所の選定上の最優先事項である。
- ・ 希望する場所に作業所を自前でもつことは、作業所の土地の取得費や倉庫の建築費といった初期費用の負担が大きいので、回避したいと考えている。

E 課長は、B 社の事業の概要を説明した上で、業務提携が可能であるか検討してほしいと R 社に依頼した。後日、R 社から、⑤B 社のもつ経営資源は、R 社の事業を展開する上で魅力的なものであることから、是非とも業務提携を行いたいとの連絡があった。

E 課長は、R 社との業務提携による 3PL サービスの事業化案について D 部長に報告した。D 部長は、⑥E 課長の事業化案を実現することで、B 社の顧客の物流に関わる作業に対する要望を満たすことができる、さらに、B 社と R 社で業務提携することで顧客を紹介し合っ、相互に新たな顧客の開拓につながれると判断した。D 部長は、収益向上によってドライバーの処遇を改善することも含めて C 取締役の承諾を得て、E 課長に事業化案に基づき事業計画をまとめるよう指示した。

設問 1 [B 社の環境分析] について答えよ。

- (1) 表 1 及び本文中の a に入れる適切な法律名、表 2 及び本文中の b 、表 2 中の c に入れる適切な字句をそれぞれ答えよ。
- (2) 表 2 及び本文中の d に入れる最も適切なものを解答群の中から選

び、記号で答えよ。

解答群

- ア IT の活用による省力化の脅威が大きい
- イ 運送料の値下げの要求による脅威が大きい
- ウ ドライバーの賃金上昇に伴う調達コスト増加の脅威が大きい
- エ 陸送に代わる新たな輸送方法の脅威が大きい

(3) 本文中の下線①について、PEST 分析をファイブフォース分析よりも先に実施したのは、PEST 分析がどのような視点での分析であるからか。本文中の字句を用いて 6 字で答えよ。

(4) 本文中の下線②の分析は何か。本文中の字句を用いて 10 字以内で答えよ。

設問 2 「顧客情報の定性的分析」について答えよ。

(1) 本文中の下線③のマーケットイン志向に該当する行動はどれか。最も適切なものを解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

- ア 既存市場向けの物流サービスを新たな市場に提供する。
- イ 競合他社よりも相対的に低価格となる物流サービスを提供する。
- ウ 自社が市場で優位性をもつ技術を活用した物流サービスを提供する。
- エ 市場調査を行い、顧客ニーズを満たす物流サービスを提供する。

(2) 本文中の下線④でどのようにテキストデータを選別するのか。35 字以内で答えよ。

設問 3 「顧客への新たな価値の提供」について答えよ。

(1) 本文中の下線⑤の B 社のもつ経営資源とは何か。本文中の字句を用いて 15 字以内で答えよ。

(2) 本文中の下線⑥について、E 課長の事業化案を実現することで、B 社の顧客の物流に関わる作業に対するどのような要望を満たすことができるか。選別したテキストデータの分析の結果の字句を用いて 30 字以内で答えよ。

〔 メ モ 用 紙 〕

問3 グラフのノード間の最短経路を求めるアルゴリズムに関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

グラフ内の二つのノード間の最短経路を求めるアルゴリズムにダイクストラ法がある。このアルゴリズムは、車載ナビゲーションシステムなどに採用されている。

〔経路算定のモデル化〕

グラフは、有限個のノードの集合と、その中の二つのノードを結ぶエッジの集合とから成る数理モデルである。ダイクストラ法による最短経路の探索問題を考えるに当たり、本問では、エッジをどちらの方向にも行き来することができ、任意の二つのノード間に経路が存在するグラフを扱う。ここで、グラフを次のように定義する。

- ・ノードの個数を N とし、 N は 2 以上とする。ノードの番号（以下、ノード番号という）は、始点のノード番号を 1 とし、1 から始まる連続した整数とする。ノードには、ノード番号に対応させて、 $V_1, V_2, V_3, \dots, V_N$ とラベルを付ける。
- ・二つのノードが他のノードを経由せずにエッジでつながっているとき、それらのノードは隣接するという。隣接するノード間のエッジには、ノード間の距離として正の数値を付ける。
- ・始点のノード（以下、始点という）とは別のノードを終点のノード（以下、終点という）として定める。始点からあるノードまでの経路の中から、経路に含まれるエッジに付けられた距離の和が最小の距離を最短距離という。始点から終点までの最短距離となる経路を最短経路という。

図1にノードが五つのグラフの例を示す。図1の例では、始点を V_1 のノードとし、終点を V_5 のノードとした場合の最短経路は、 V_1, V_2, V_3, V_5 のノードを順にたどる経路である。

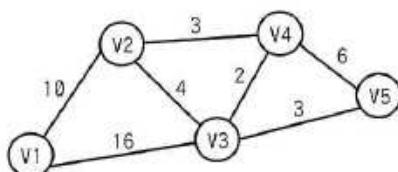


図1 ノードが五つのグラフの例

〔始点から終点までの最短距離を求める手順〕

ダイクストラ法による始点から終点までの最短距離の算出は次のように行う。

最初に、各ノードについて、始点からそのノードまでの距離（以下、始点ノード距離という）を作業用に導入して十分に大きい定数としておく。ただし、始点の始点ノード距離は0とする。この時点では、どのノードの最短距離も確定していない。

次に、終点の最短距離が確定するまで、①～③を繰り返す。ここで、始点との距離を算出する基準となるノードを更新起点ノードという。

- ① 最短距離が確定していないノードの中で、始点ノード距離が最小のノードを更新起点ノードとして選び、そのときの始点ノード距離の値で、当該更新起点ノードの最短距離を確定する。更新起点ノードを選ぶ際に、始点ノード距離が最小となるノードが複数ある場合は、その中の任意のノードを更新起点ノードとして選ぶ。
- ② 更新起点ノードが終点であれば、終了する。
- ③ ①で選択した更新起点ノードに隣接しており、かつ、最短距離が確定していない全てのノードについて、更新起点ノードを経由した場合の始点ノード距離を計算する。ここで計算した始点ノード距離が、そのノードの現在までの始点ノード距離よりも小さい場合には、そのノードの現在までの始点ノード距離を更新する。

〔図1の例における最短距離を求める手順と始点ノード距離〕

図1の例において、始点V1から終点V5までの経路に対して、上の①～③を繰り返し適用する。そのとき、更新起点ノードを選ぶたびに、更新起点ノードの始点ノード距離、更新起点ノードと隣接するノードの始点ノード距離、及び最短距離が確定していないノードの始点ノード距離を計算した内容を表1に示す。

表1 図1の例における最短距離を求める手順と始点ノード距離

探索適用回数	更新起点ノード	最短距離が確定していない、更新起点ノードに隣接するノード	最短距離が確定していないノード
1回目	V1 <0>	V2 <10>, V3 <16>	V2 <10>, V3 <16>, V4 <INF>, V5 <INF>
2回目	V2 <10>	V3 <14>, V4 <13>	V3 <14>, V4 <13>, V5 <INF>
3回目	V4 <13>	V3 <14>, V5 <19>	V3 <14>, V5 <19>
4回目	V3 <14>	V5 < ア >	V5 < ア >
5回目	V5 < ア >	—	—

注記1 INFは、定数で十分大きい数を表す。

注記2 <>内の数値は、当該ノードの始点ノード距離を表す。

〔最短距離の算出プログラム〕

始点から終点までの最短距離を求める関数 distance のプログラムを図 2 に示す。
配列の要素番号は 1 から始まるものとする。また、行頭の数字は行の番号を表す。

```

1: ○整数型: distance()
2:  整数型: N          /* ノードの個数 */
3:  整数型: INF         /* 十分大きい定数 */
4:  整数型の二次元配列: edge /* edge[m, n]には、ノード m からノード n への距離を格納
                           二つのノードが隣接していない場合には INF を格納 */
5:  整数型: GOAL        /* 終点のノード番号 */
6:  整数型の配列: dist  /* 始点ノード距離。初期値は INF。要素番号がノード番号を表す。 */
7:  整数型の配列: done  /* 初期値は 0。最短距離が確定したら 1 を入れる。
                           要素番号がノード番号を表す。 */
8:  整数型: curNode     /* 更新起点ノードのノード番号 */
9:  整数型: minDist     /* 更新起点ノードを求める際に使用する一時変数 */
10:  整数型: k          /* 要素番号 */
11:  dist[1] ← 0        /* 始点の始点ノード距離を 0 とする。 */
12:  while (true)
13:    minDist ← INF
14:    for (k を 1 から N まで 1 ずつ増やす)
15:      if (done[k]が 0 かつ )
16:        minDist ← 
17:        curNode ← k
18:      endif
19:    endfor
20:    done[curNode] ← 1
21:    if (curNode が GOAL と等しい)
22:      return dist[curNode]
23:    endif
24:    for (k を 1 から N まで 1 ずつ増やす)
25:      if ( が dist[k] より小さい かつ done[k]が 0)
26:        dist[k] ← 
27:      endif
28:    endfor
29:  endwhile

```

図 2 関数 distance のプログラム

〔最短経路の出力〕

関数 distance を変更して、求めた最短距離となる最短経路を出力できるようにする。具体的には、まず、ノード番号 1～N を格納する配列 viaNode を使用するために、図 3 の変数宣言を図 2 の行 10 の直後に、図 4 のプログラムを図 2 の行 21 の直後に、それぞれ挿入する。さらに、各ノードの始点ノード距離を更新するたびに、直前に経由したノード番号を viaNode に格納する①代入文を一つ、図 2 のプログラムの行

才 の直後に挿入する。

このプログラムの変更によって、終点のノード番号を起点として カ たど
ることで、最短経路のノード番号を逆順に出力する。

```
整数型の配列: viaNode      /* 最短経路のノード番号を格納する。初期値は 0。 */  
整数型: j                  /* 要素番号 */
```

図 3 最短経路を出力するために関数 distance に挿入する変数宣言

```
j ← GOAL                      /* 終点のノード番号 */  
GOAL を出力                   /* 終点のノード番号の出力 */  
while (j が 1 より大きい)     /* 最短経路の出力 */  
    viaNode[j] を出力  
    j ← viaNode[j]  
endwhile
```

図 4 最短経路を出力するために関数 distance に挿入するプログラム

[計算量の考察]

関数 distance では、次の キ を選ぶために始点ノード距離を計算する回
数は最大でも N 回である。また、 キ を選ぶ回数は、一度選ばれると当該ノ
ードの最短距離は確定するので、最大でも N 回である。よって、最悪の場合の計算量
は、 $O(ク)$ である。

設問1 表1中の に入れる適切な字句を答えよ。

設問2 図2中の ～ に入れる適切な字句を答えよ。

設問3 「最短経路の出力」について答えよ。

(1) 本文中の下線①と について、挿入すべき代入文と に入れる行の番号を答えよ。行の番号については、最も小さい番号を答えること。ただし、図2中の現在の行の番号は図3及び図4の挿入によって変化しないものとする。

(2) 本文中の に入れる適切な字句を解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

ア viaNode に格納してあるノード番号を

イ viaNode の要素番号を大きい方から

ウ viaNode の要素番号を小さい方から

設問4 「計算量の考察」について答えよ。

(1) 本文中の に入れる適切な字句を、本文中の字句を用いて10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。

〔メモ用紙〕

問4 CRM (Customer Relationship Management) システムの改修に関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

C 社は、住宅やビルなどのアルミサッシを製造、販売する中堅企業である。取引先の設計・施工会社のニーズにきめ細かく対応するために、自社で開発した CRM システム（以下、CRM システムという）を使用している。CRM システムは、データベースと Web アプリケーションプログラム（以下、Web アプリという）から成り、C 社の LAN 上にある PC から利用される。このたび、営業担当者が外出先からスマートフォンやノート PC を用いて CRM システムを利用できるようにするために、データベースは変更せずに Web アプリを改修することになった。

〔Web アプリの改修方針〕

Web アプリの改修方針を次に示す。

- ・必要以上の開発コストを掛けない。
- ・営業担当者が外出先で効率的に CRM システムを利用できるように、スマートフォンに最適化した画面を追加する。
- ・将来的に、CRM システム以外の社内システムとも連携できるように拡張性をもたせる。

〔Web アプリの実装方式の検討〕

これらの改修方針を受けて、図1の Web アプリを実装するシステムの構成案を検討した。

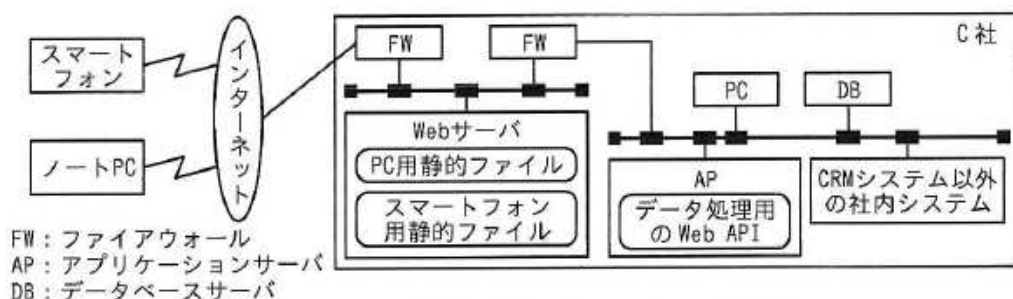


図1 Web アプリを実装するシステムの構成案

検討した Web アプリの実装方式を次に示す。

- ・ユーザーインタフェースとデータ処理を分ける。ユーザーインタフェースは、Web サーバに HTML, Cascading Style Sheets (CSS), 画像, スクリプトなどを静的なファイルとして配置する。データ処理は、AP が DB から取得したデータを JSON 形式のデータで返す Web API として実装する。
- ・ユーザーインタフェースとなる静的ファイルは、PC とスマートフォンそれぞれの Web ブラウザ用に個別に作成し、データ処理用の Web API は共用する。
- ・ユーザーインタフェースの表示速度を向上させるために、①静的ファイルを最適化する。

〔実現可能性の評価〕

〔Web アプリの実装方式の検討〕で示した方式の実現可能性を評価するために、プロトタイプを用いて多くのデータを扱う機能について検証した。その結果、スマートフォンの特定の画面において次の問題が発生した。

- ・扱うデータ量が増えるに連れて、レスポンスが著しく低下する。
- ・②スマートフォンの CPU 負荷が大きく、頻繁に使用するとバッテリーの消耗が激しい。

そこで、これらの問題の原因を調べるために、Web アプリの処理を分析した。レスポンスの悪かった日誌一覧の表示画面を図 2 に、Web API からの応答データを図 3 に示す。

【日誌一覧】		ユーザー名: 情報太郎
取引先名: ○△×設計事務所		
日付	担当	営業プロセス
日誌本文		
2023-10-10	情報太郎	プレゼンテーション
当社の新商品◇◇のプレゼンを実施。従来の製品に比べて軽量である点が高く評価された。…		
2023-10-06	情報花子	製品詳細説明
商品展示場で興味をもっていたいただいた製品群についてエンジニアを同行させ、詳細な説明を…		
2023-10-04	情報太郎	製品概要紹介
商品展示場にお招きして、当社製品群をご紹介。予定の時間を大幅に超過して、熱心に質問…		
2023-10-02	情報花子	リレーション構築
当社及び主力製品のご説明を実施。会社案内への反応は少なかったが、主力製品の機能に関…		

図 2 日誌一覧の表示画面

```

{
  "customer": "○△×設計事務所",
  "count": 16,
  "diaries": [
    ← α
    {
      "date": "2023-08-21",
      "salesperson": "情報花子",
      "salesprocess": "問合せ",
      "diary": "(省略)"
    },
    :
    {
      "date": "2023-10-04",
      "salesperson": "情報太郎",
      "salesprocess": "製品概要紹介",
      "diary": "(省略)"
    },
    :
  ]
  ← β
}

```

図 3 Web API からの応答データ

スマートフォンの Web ブラウザから図 2 の画面をリクエストしてから描画されるまでの一連の処理について、処理ごとに所要時間を測定した結果を表 1 に示す。

表 1 処理ごとに所要時間を測定した結果

No.	処理概要	所要時間 (ミリ秒)
1	Web ブラウザが画面に必要な静的なファイルを全て受信する。	300
2	Web ブラウザが Web API にリクエストして、図 3 の応答データを全て受信する。	800
3	Web ブラウザ内で日誌のデータを日付の降順にソートして、画面に表示する最大件数である 4 件目までを抽出する。	1,200
4	日誌本文が 42 文字を超える場合、先頭から 41 文字に文字 “…” を結合した 42 文字の文字列にする。	300
5	日誌一覧の表示を実行したユーザーが作成した日誌か否かを判断して、本人が作成した日誌には“編集” ボタンを表示する。	200
6	データを Web ブラウザに描画する。	500

表 1 から、図 3 の応答データのスマートフォンへの転送処理と、Web ブラウザ内でその応答データを加工する処理に多くの時間を要していることが判明した。

〔Web アプリの見直し〕

Web ブラウザが画面をリクエストしてから描画されるまでの所要時間の目標値を 3 秒以内に設定して、それを達成するために、次の三つの方式を検討した。

- ① スマートフォンのユーザーインターフェースをアプリケーションプログラム（以下、スマホアプリという）として開発して、そのスマホアプリ内で Web API からの応答データを加工・描画する方式
- ② リクエストのあった応答データのうち、Web ブラウザに描画するデータだけを返す Web API を開発して、スマートフォンの Web ブラウザからその Web API を利用する方式
- ③ ②で開発した Web API を①で開発したスマホアプリから利用する方式

各方式について、応答データを加工・描画するソフトウェア又はサーバと、その実現可能性を評価するために、設けた評価項目について整理した結果を表 2 に示す。各評価項目の評価点に対する重み付けは均一とし、また、将来的な拡張性については各

実装方法を設計するタイミングで検討することにした。

なお、〔実現可能性の評価〕においてプロトタイプを用いて検証した方式を方式⑤とする。

表 2 整理した結果

方式	ソフトウェア／サーバ		評価項目			評価点 合計
	データ描画	データ加工	レスポンス	開発コスト	CPU 負荷	
⑤	Web ブラウザ	Web ブラウザ	×	◎	×	3 点
①	スマホアプリ	スマホアプリ	○	△	△	4 点
②	Web ブラウザ	AP	○	○	○	6 点
③	スマホアプリ	AP	◎	×	○	5 点

凡例 ◎：とても優れている， 3 点 ○：優れている， 2 点
△：あまり優れていない， 1 点 ×：優れていない， 0 点

〔レスポンス時間の試算〕

表 2 の結果から，方式②について更に検討を進めることになり，そのレスポンスが実用上問題ないか，表 1 を基に所要時間を試算した。

表 1 中の No.2 の所要時間について考える。方式②の Web API からの応答データのサイズは，図 3 のデータのサイズの 4 分の 1 になり，サーバ側でのデータ転送には時間を要しないものと仮定すると，No.2 の所要時間は a ミリ秒となる。

次に，No.3～No.5 の処理時間について考える。No.3 の処理は DB で，No.4 と No.5 の処理は AP で行われる。処理時間は各機器の CPU 処理能力だけに依存すると仮定する。各機器の CPU 処理能力は，スマートフォンが 10,000MIPS 相当，DB が 40,000MIPS 相当，AP が 20,000MIPS 相当の場合，No.3～No.5 の処理時間の合計は b ミリ秒となる。

以上の試算の結果，方式②で十分なレスポンスが期待できることから，方式②を採用することにした。

〔システム構成の検討〕

方式②で開発した Web API の配置について検討した。図 1 の AP 上に配置する案も検討したが，③将来的な拡張性を考慮した結果，図 1 の AP とは別に，スマートフォンやノート PC から呼び出される Web API のための AP を，新たに追加する構成にした。

このシステム構成を採用した結果、問題を解消し、さらに将来的な拡張性をもたせることができた。

設問1 本文中の下線①に該当するものを解答群の中から全て選び、記号で答えよ。

解答群

- ア HTML, CSS, スクリプトなどのコードに、パイプライン処理を有効にする設定を行う。
- イ HTML, CSS, スクリプトなどのコードに含まれる、余分な改行やコメントを削除する。
- ウ 画像を、BMP や TIFF などの画像フォーマットにする。
- エ 画像を、PNG や SVG などの画像フォーマットにする。
- オ 全てのファイルをバイトコードに変換して圧縮する。

設問2 [実現可能性の評価]について答えよ。

- (1) 本文中の下線②の要因として、最も適切なものを解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

- ア JSON 形式の応答データを送受信する処理
 - イ Web ブラウザに HTML, CSS, 画像ファイルをレンダリングする処理
 - ウ スマートフォンのメモリ上で日誌のデータを加工する処理
 - エ 日誌一覧の各担当がログインユーザーか否かを判別する処理
- (2) 図 3 中の α と β の箇所にある “[” 及び “] ” で囲まれたデータはどのようなデータを表現するものか。データ形式に着目し、“日誌”という単語を用いて、15 字以内で答えよ。

設問3 表 2 中の方式②のレスポンスが、方式⑤に比べて優れていると評価した理由を二つ挙げ、それぞれ 30 字以内で答えよ。

設問4 本文中の a , b に入れる適切な数値を答えよ。

設問5 本文中の下線③の拡張性とは何か。40 字以内で答えよ。

[メモ用紙]

問5 クラウドサービスを活用した情報提供システムの構築に関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

L社は、国内の気象情報を様々な業種の顧客に提供する企業である。現在は、社外から購入した気象データを分析し、気象情報として提供している。今回、全国に設置するIoT機器から気象データを収集し、S社のクラウドサービス（以下、S社クラウドという）で分析した結果を気象情報として提供する新しい気象情報システム（以下、新システムという）を構築することになった。新システムの設計を、L社の情報システム部のMさんが担当することになった。

Mさんは、新システムの構成と、新システムが備えるべき主な機能を検討した。新システムの構成案を図1に、新システムが備えるべき主な機能を表1に示す。情報提供先のPC、IoT機器やL社の保守用PCから、S社クラウド上に構築された新システムの各機能に対応するサーバにアクセスして、必要な機能を利用する。

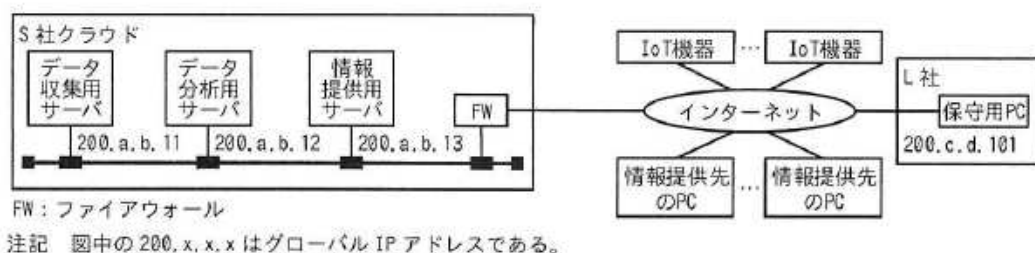


図1 新システムの構成案

表1 新システムが備えるべき主な機能

機能	機能の概要
データ収集機能	全国に設置したIoT機器から気象データを受信し、データ収集用サーバのデータベースに蓄積する。データ収集用サーバにはデータ収集用のWeb API（以下、データ収集APIという）があり、IoT機器はデータ収集APIを利用して気象データを送信する。
データ分析機能	データ収集用サーバのデータベースに蓄積した気象データを定期的に処理して気象情報を作成し、情報提供用サーバに保存する。
情報提供機能	情報提供先からの要求に対して必要な気象情報を送信する。情報提供用サーバには情報提供用のWeb API（以下、情報提供APIという）があり、情報提供先のPC上のアプリケーションプログラム（以下、情報提供先アプリという）の情報提供APIを利用した要求に対して気象情報を送信する。

Mさんが検討した新システムの構成について、情報システム部のN部長は次の検討

を行うように M さんに指示した。

- ・ IoT 機器から送信される気象データの特徴を踏まえて、データ収集 API に用いる通信プロトコルを選定すること。
- ・ 新システムにインターネットからアクセス可能な機器の数を最小限にするように、S 社クラウド上の FW に設定する通信を許可するルール（以下、FW の許可ルールという）の設計を行うこと。
- ・ 将来、IoT 機器の数や情報提供先の数が増加した場合に備えて、各機能の処理遅延対策を行うこと。

〔データ収集 API に用いる通信プロトコルの検討〕

IoT 機器は全国に 10,000 台設置する計画であり、通信事業者の LPWA (Low Power Wide Area) サービスを用いて各 IoT 機器から 1 件当たり最大 500 バイトの気象データを、1 分ごとに①データ収集用サーバに送信する設計とした。気象データは、1 件当たりのデータ量は少ないが、IoT 機器からデータ収集用サーバへの通信回数が多く、データ収集用サーバへアクセスが集中するおそれがある。そこで、データ収集 API には、通信の都度 TCP コネクションを確立して通信を行う HTTP ではなく、②TCP 上で HTTP よりプロトコルヘッダサイズが小さく、多対 1 通信に対応するプロトコルを用いることにした。

〔FW の許可ルールの設計〕

M さんは、S 社クラウド上の FW の許可ルールの設計方針を検討した。

- ・ IoT 機器からデータ収集用サーバへのアクセスや情報提供先アプリから情報提供用サーバへのアクセスに対しては、通信プロトコルの制限を行うが、インターネットの接続元 IP アドレスによる制限は行わない。
- ・ L 社の保守用 PC から各サーバへのアクセスに対しては、各サーバにログインして更新プログラムの適用などの保守作業を行うために、SSH だけを許可する。
- ・ 各サーバからインターネットへのアクセスに対しては、ソフトウェアベンダーの Web サイトから更新プログラムをダウンロードするために、任意の Web サイトへの HTTPS だけを許可する。

Mさんが検討した、FWの許可ルールを表2に示す。

表2 FWの許可ルール

項番	アクセス経路	送信元	宛先	プロトコル/宛先ポート番号
1	インターネット →S社クラウド	any	200. a. b. 11	省略
2		any	a	TCP/443
3	L社 →S社クラウド	b	200. a. b. 11	TCP/22
4		b	200. a. b. 12	TCP/22
5		b	200. a. b. 13	TCP/22
6	S社クラウド →インターネット	200. a. b. 11	any	c
7		200. a. b. 12	any	c
8		200. a. b. 13	any	c

注記1 FWは、応答パケットを自動的に通過させる、ステートフルパケットインスペクション機能をもつ。

注記2 ルールは項番の小さい順に参照され、最初に該当したルールが適用される。

〔処理遅延対策の検討〕

Mさんは、IoT機器の数や情報提供先の数が増加した場合に、表1の各機能の処理にどのような処理遅延が発生するか確認した。

IOT機器の数が増加した場合、全国に設置したIoT機器からS社クラウドのFWを経由してデータ収集用サーバにアクセスする通信が増加する。また、情報提供先の数が増加した場合、情報提供先アプリからS社クラウドのFWを経由して情報提供用サーバにアクセスする通信が増加する。

特に d については、データ収集機能の通信と情報提供機能の通信の両方が経由することから、単位時間内に処理できる通信の量を表す e と、同時に処理できる接続元の数を表す f が、必要な性能を満たすよう管理することにした。

また、データ収集用サーバと情報提供用サーバの性能を超えた要求が発生して、データ収集APIと情報提供APIの両方に処理遅延が発生した場合の対策として、③スケールアウトによってシステムの処理性能を高めるために必要な機能を新システムで利用することにした。

Mさんは指示された内容の検討結果をN部長に説明し、了承されたので、新システムの設計及び構築を進めることになった。

設問1 「データ収集 API に用いる通信プロトコルの検討」について答えよ。

- (1) 本文中の下線①について、全国の IoT 機器からデータ収集用サーバに送信される1時間当たりの最大になる気象データ量を答えよ。答えはMバイト単位とし、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1,000kバイト、1kバイトは1,000バイトとする。
- (2) 本文中の下線②について、適切な通信プロトコル名の略称を5字以内で答えよ。

設問2 「FWの許可ルール設計」について答えよ。

- (1) 表2中の a ～ c に入れる適切な字句を答えよ。
- (2) L社の保守用PCを用いてデータ分析用サーバのOSやミドルウェアなどの更新ファイルをインターネットから取得して適用する場合、表2のどのルールによって許可されるか。表2の項番を全て答えよ。

設問3 「処理遅延対策の検討」について答えよ。

- (1) 本文中の d に入れる適切な字句を、図1の構成要素名で答えよ。
- (2) 本文中の e , f に入れる適切な字句を解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

- | | |
|------------|---------------|
| ア コネクション数 | イ スケーラビリティ |
| ウ スループット | エ フィルタリングルール数 |
| オ プロビジョニング | カ ポート数 |

- (3) 本文中の下線③について、新システムに追加する機能の名称を解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

- | | |
|-------|------------|
| ア IDS | イ NAS |
| ウ WAF | エ ロードバランサー |

問6 人事評価システムの設計と実装に関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

K社は、人事評価システムを中小企業に提供する SaaS 事業者である。現在は、契約している会社ごとに仮想サーバを作成して、その中にデータベースを個別に作成している。現在のシステムの OS やフレームワークのサポート期限が迫ってきたのを機に、機能は変更せずにサーバリソース最適化を目的として、システムを再構築することにした。

〔人事評価システムの機能概要〕

人事評価システムの機能概要を表1に示す。

表1 人事評価システムの機能概要

機能名	概要
祝日管理	国民の祝日に加えて、創立記念日などの会社ごとの記念日を年月日で管理する。
入社	従業員が入社した際、従業員番号を割り振り、配属先の部署及び入社年月日を登録する。
評価者管理	部署の管理者を評価者として登録する。1人の従業員が複数の部署を管理する場合がある。管理者の評価者は、評価時に個別に設定する。
目標設定	年度の始めに、その年度の目標を設定する。目標は複数設定することができ、重要度や達成までの期間などを考慮して重み付けする。
実績入力	年度の終わりに、その年度の実績を入力する。実績は、年度の始めに設定した目標に対して、実績内容や目標達成度を自己評価として記入する。
評価	年度の終わりに、管理者は評価対象の従業員が設定した目標とそれに対する実績を評価して、評価内容や達成度合を記入する。
退職	従業員の退職が決まると、その退職年月日と在籍期間を登録する。さらに、部署の管理者や人事部が対象の従業員にヒアリングした退職理由を登録する。
退職分析	人事部の管理者が自社及び自社と同じ業種の退職者について、在籍期間と退職理由を分析する。

〔単一データベース・単一スキーマ方式の検討〕

データベースのリソースを最適化するために、会社ごとに個別に作成していたデータベース及びスキーマを一つにまとめることを考える。検討した E-R 図を図1に示す。

なお、再構築するシステムでは、E-R 図のエンティティ名を表名に、属性名を列名にして、適切なデータ型で表定義した関係データベースによって、データを管理する。

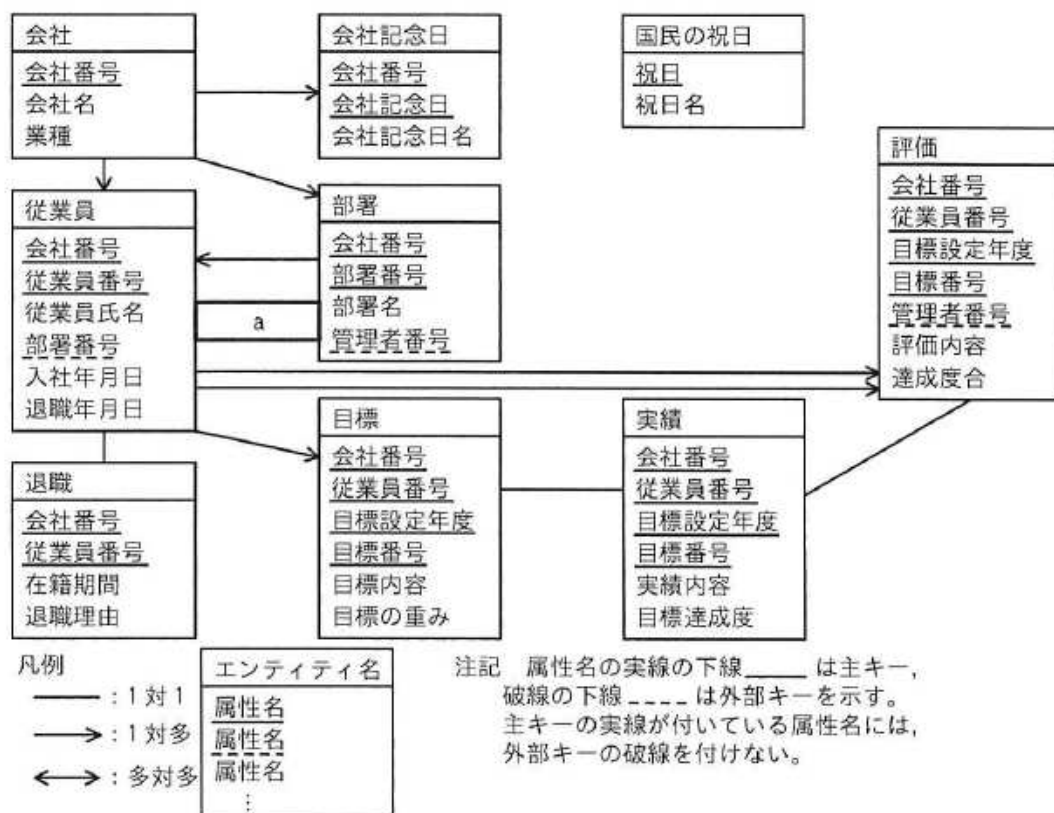


図1 E-R図

図1を関係データベースに実装した際のSQL文を考える。

- (1) 指定された会社と年度における, 国民の祝日と会社記念日の一覧を日付の昇順に出力するSQL文を図2に示す。ここで“:会社番号”は指定された会社の会社番号を, “:年度開始日”, “:年度終了日”は, それぞれ指定された年度の開始日, 終了日を表す埋込み変数である。

```
SELECT 祝日 AS 日付, 祝日名 AS 日付名
FROM 国民の祝日
WHERE 祝日 >= :年度開始日
      AND 祝日 < :年度終了日
UNION ALL
SELECT 会社記念日 AS 日付, 会社記念日名 AS 日付名
FROM 会社記念日
WHERE 会社番号 = :会社番号
      AND 会社記念日 >= :年度開始日
      AND 会社記念日 < :年度終了日
```

図2 国民の祝日と会社記念日の一覧を日付の昇順に出力するSQL文

- (2) 指定された管理者が評価する対象の従業員の一覧を部署番号、従業員番号の昇順に出力する SQL 文を図 3 に示す。ここで “:会社番号” と “:管理者番号” は、それぞれ指定された管理者の会社番号と従業員番号を表す埋込み変数である。

```
SELECT DEP. 部署番号, DEP. 部署名, EMP. 従業員番号, EMP. 従業員氏名
FROM 従業員 EMP INNER JOIN 部署 DEP
ON EMP. 会社番号 = DEP. 会社番号
AND [d]
AND EMP. 会社番号 = :会社番号
AND DEP. 管理者番号 = :管理者番号
[c] DEP. 部署番号, EMP. 従業員番号
```

注記 [c] には、図 2 中の [c] と同じ字句が入る。

図 3 従業員の一覧を部署番号、従業員番号の昇順に出力する SQL 文

〔単一データベース・単一スキーマ方式のレビュー〕

検討した単一データベース・単一スキーマ方式のレビューを受けたところ、次の指摘とアドバイスを受けた。

・指摘

この検討案は、サーバリソース最適化を実現することができるが、SQL インジェクションの脆弱性^{ぜい}が見つかってしまった場合、多くの情報が漏えいしてしまうおそれがある。

・アドバイス

データベースは一つのまま、システム全体で共有するデータだけを格納する共有用のスキーマと、①システム利用者の会社ごとのスキーマに分ける方式にするとよい。共有用のスキーマに作成した表は、会社ごとのスキーマに対象の表と同じ名前のビューを作成して照会できるようにすると、現在のシステムの SQL 文への修正を少なくすることができる。

〔単一データベース・個別スキーマ方式の検討〕

〔単一データベース・単一スキーマ方式のレビュー〕のアドバイスを受け、複数のスキーマを作成して各スキーマに表とビューを配置する。検討したスキーマを整理した結果を表 2 に示す。

表2 スキーマを整理した結果

スキーマ種類	スキーマ名	配置する表	配置するビュー
共有用	PUB	会社, 国民の祝日	—
個別会社用	Cxxx (xxx は任意の英数字)	会社記念日, 従業員, 部署, 目標, 実績, 評価, 退職	会社, 国民の祝日

次に、ビューを作成する SQL 文について考える。

スキーマ C001 に国民の祝日ビューを作成する SQL 文を図4に示す。

```
CREATE VIEW  (祝日, 祝日名)
AS SELECT 祝日, 祝日名
FROM 
```

図4 国民の祝日ビューを作成する SQL 文

〔単一データベース・個別スキーマ方式のレビュー〕

検討した単一データベース・個別スキーマ方式のレビューを受けたところ、次の指摘を受けた。

- ・システム利用者ごとに、利用するスキーマを指定するために、 表に 列を追加する必要がある。
- ・表2の表とビューの配置のままでは②利用できない機能があるので、③配置を一部見直す必要がある。

レビューで受けた指摘に全て対応することで、システムを再構築することができた。

設問1 〔単一データベース・単一スキーマ方式の検討〕について答えよ。

- (1) 図1中の に入れる適切なエンティティ間の関連を答え、E-R図を完成させよ。

なお、エンティティ間の関連の表記は、図1の凡例に倣うこと。

- (2) 図2中の , 図2及び図3中の に入れる適切な字句を答えよ。

- (3) 図3中の に入れる適切な字句を答えよ。

設問2 本文中の下線①の方式にする利点は何か。20字以内で答えよ。

設問3 図4中の , に入れる適切な字句を答えよ。

設問4 〔単一データベース・個別スキーマ方式のレビュー〕について答えよ。

(1) 本文中の , に入れる適切な字句を答えよ。

(2) 本文中の下線②の機能を、表1の機能名から答えよ。

(3) 本文中の下線③の見直した内容を、20字以内で答えよ。

[メ モ 用 紙]

問7 業務用ホットコーヒーマシンに関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

G社は、業務用ホットコーヒーマシン（以下、コーヒーマシンという）を開発している。コーヒーマシンの外観を図1に、コーヒーマシンの内部構成を図2に、コーヒーマシンの主な構成要素を表1に、それぞれ示す。

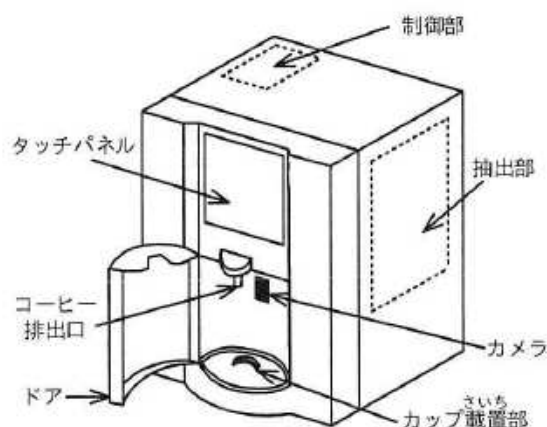


図1 コーヒーマシンの外観

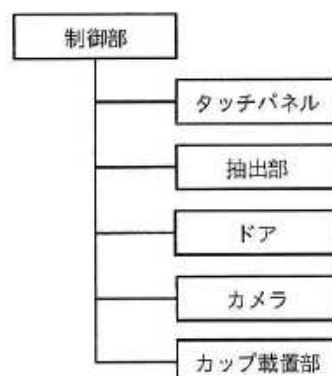


図2 コーヒーマシンの内部構成

表1 コーヒーマシンの主な構成要素

構成要素名	概要
制御部	・コーヒーマシン全体の制御及び状態管理を行う。また、カップの有無やサイズ、カップが空か否かを判定（以下、カップ判定という）するための画像認識を行う。
タッチパネル	・制御部から指示された画面を表示する。 ・利用者がタッチした座標情報を制御部に通知する。
抽出部	・制御部から指示された分量のコーヒーを抽出し、コーヒー排出口から排出する。
ドア	・開閉センサーをもち、開閉状態を0/1のデジタル信号で制御部に入力する。 ・ドアを閉じた状態でロックすることができるロック機構をもつ。ロック機構は、制御部からの指示でロック及びロック解除ができる。ロック及びロック解除に掛かる時間は無視できるほど小さいものとする。
カップ載置部	・コーヒー排出口から排出されたコーヒーを受けるカップを置く場所である。
カメラ	・カップ載置部を撮影するカメラで、制御部からの指示で撮影を行い、制御部と共有するメモリに画像データを書き出す。

〔カップ判定の仕様〕

カップ判定は、利用者がドアを閉じた時に、カメラでカップ載置部を複数回撮影して行う。カップ判定の結果一覧を、表2に示す。

表 2 カップ判定の結果一覧

結果	概要
カップなし	・ カップ載置部に何も置かれていないことを示す。
空カップあり	・ 専用の紙カップが、空の状態でカップ載置部に置かれていることを示す。この結果には、カップのサイズ（大、中、小）が付加される。
カップあり	・ 専用の紙カップが空でない状態でカップ載置部に置かれていることを示す。
障害物あり	・ 専用の紙カップ以外の物がカップ載置部に置かれていることを示す。

〔ドアの開閉状態の判定仕様〕

ドアの開閉センサーは、ドアが完全に閉じているときは 0、それ以外は 1 を出力する。非常に短い間隔で 0 と 1 とを交互に出力することがあるので、制御部のソフトウェアは入力された値を 10 ミリ秒間隔で読み出し、4 回連続で同じ値が読み出されたらドアの開閉状態を確定する。

〔コーヒーマシンの動作概要〕

コーヒーマシンの動作概要を次に示す。

- (1) 電源が入ると、初期化処理を行う。初期化処理が完了したら待機中となり、カップをカップ載置部に置くように促す画面をタッチパネルに表示する。
- (2) 利用者がドアを開けて、購入したカップをカップ載置部に置く。
- (3) 利用者がドアを閉じると、カップ判定を行う。
- (4) カップ判定の結果が“空カップあり”となるので、カップのサイズを表す文字と、確認ボタンで構成される画面をタッチパネルに表示する。
- (5) 利用者が確認ボタンにタッチすると、a し、カップのサイズに応じた分量のコーヒーを抽出してコーヒー排出口からカップに注ぎ込む。タッチパネルには、抽出中であることを示す画面を表示する。
- (6) コーヒーの排出が終わると、ドアをロック解除し、タッチパネルにカップの引き取りを促す画面を表示する。
- (7) 利用者がドアを開け、カップを引き取る。
- (8) 利用者がドアを閉じると、カップ判定を行う。
- (9) カップ判定の結果が“カップなし”となるので、待機中に戻る。

ここで、カップ判定中に利用者がドアを開けた場合は、カップ判定を中止し、利用者がドアを閉じるのを待つ。また、確認ボタンがタッチされる前に、利用者がド

アを開けた場合は、カップ判定の結果を破棄して、利用者がドアを閉じるのを待つ。

カップ判定の結果が“カップあり”又は“障害物あり”の場合、カップ判定の結果に応じた適切な画面をタッチパネルに表示する。

〔制御部のソフトウェア構成〕

制御部のソフトウェアは、リアルタイム OS を用いて実装する。制御部の主なタスクの処理概要を表3に示す。

表3 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	・コーヒーマシンの状態管理を行う。
カップ判定	・メインタスクから“判定”を受けると、カメラで複数回撮影を行い、得られた画像データを用いてカップ判定を行った後、結果を“判定結果”でメインタスクに通知する。判定に掛かる時間は、300ミリ秒以上500ミリ秒以下である。 ・カップ判定中にメインタスクから“中止”を受けると、5ミリ秒以内にカップ判定を中止して“中止完了”をメインタスクに通知する。カップ判定中以外で“中止”を受けたときは無視する。
抽出	・メインタスクから“抽出”を受けると、抽出部を起動して抽出を開始し、抽出部から抽出終了を受信するまで待つ。 ・抽出終了を受信すると、コーヒーの排出が終了したと判断し、抽出部を停止して“抽出完了”をメインタスクに通知する。
タッチパネル	・メインタスクから“画面表示”を受けると、指定された画面をタッチパネルに表示する。 ・利用者が確認ボタンに触れたことを検出すると、“確認”をメインタスクに通知する。
ドア	・開閉センサーの出力を10ミリ秒周期で読み出し、確定したドアの開閉状態を保持する。 ・確定したドアの開閉状態が変化したら、“ドア開”又は“ドア閉”をメインタスクに通知する。 ・メインタスクから“ロック”又は“ロック解除”を受けると、ロック機構を操作して、ドアをロック又はロック解除する。

設問1 コーヒーマシンについて答えよ。

(1) 本文中の a に入れる、適切なコーヒーマシンの動作を答えよ。

(2) 開閉センサーの出力を読み出す周期を、周波数 32kHz のカウントダウンタイマー（以下、タイマーという）を用いて計っている。このタイマーは、あらかじめ設定された初期値からカウントダウンを行い、カウント値が 0 になったら、次のカウントダウンまでの間に初期値をリロードして動作を継続する。タイマーに設定する初期値は幾つか、整数で求めよ。ここで、 $1k=10^3$ とする。

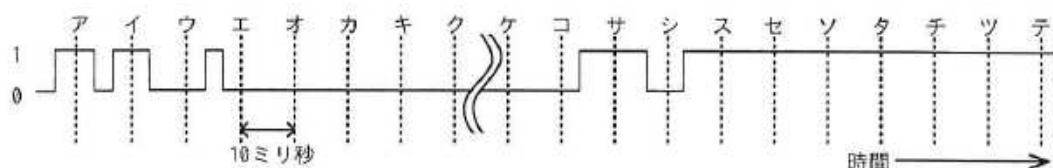
設問2 制御部のタスクについて答えよ。

(1) カップ判定タスクは、メインタスク及びドアタスクよりも優先度を低くしている。その理由を 30 字以内で答えよ。

(2) メインタスクが抽出タスクに“抽出”を通知する際のパラメータとして、必要な情報を答えよ。

(3) 開閉センサーの出力と、ドアタスクの動作タイミングの例を図 3 に示す。

図 3 中の、アの時点でドアタスクが保持しているドアの開閉状態が開状態であるとき、ドアタスクがメインタスクに“ドア開”及び“ドア閉”を通知するタイミングを、それぞれ、ア～テの記号で答えよ。



注記 1 実線は開閉センサーの出力の変化を示し、破線はドアタスクの動作タイミングを示す。

注記 2 クとケの間は、開閉センサーの出力は常に 0 である。

図 3 開閉センサーの出力と、ドアタスクの動作タイミングの例

設問 3 図 4 に示すメインタスクの状態遷移について答えよ。

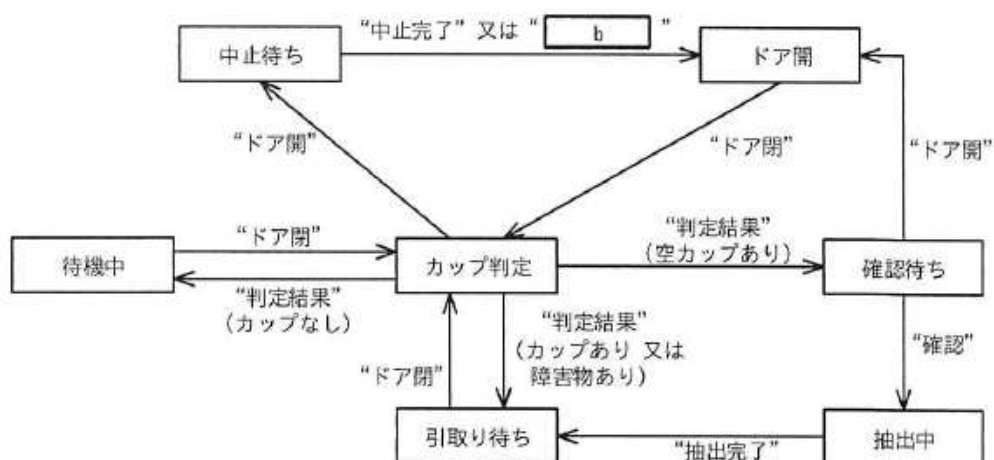


図 4 メインタスクの状態遷移

(1) メインタスクがドアタスクに通知を行うのは、何のメッセージを受けたときか。図 4 中のメッセージ名で全て答えよ。

(2) 図 4 中の b に入れる適切なメッセージ名を、表 3 中の字句で答えよ。

問8 ダッシュボードの設計に関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

Y社は、食品などを販売する店舗を経営する企業である。複数ある店舗では、商品の販売状況や在庫状況に合わせて、割引率を設定したり、店舗間で在庫の移動を行ったりしている。販売に関する情報は販売管理システムで管理しているが、状況をリアルタイムで監視するには不向きであった。そこで、販売状況をリアルタイムで監視できるシステム（以下、ダッシュボードという）を開発することにした。

Y社では、商品ごとに商品分類を設定し、売上金額や販売数の集計に利用している。Y社が扱う情報のデータモデル（抜粋）を図1に、ダッシュボードのイメージ（一部）を図2に示す。

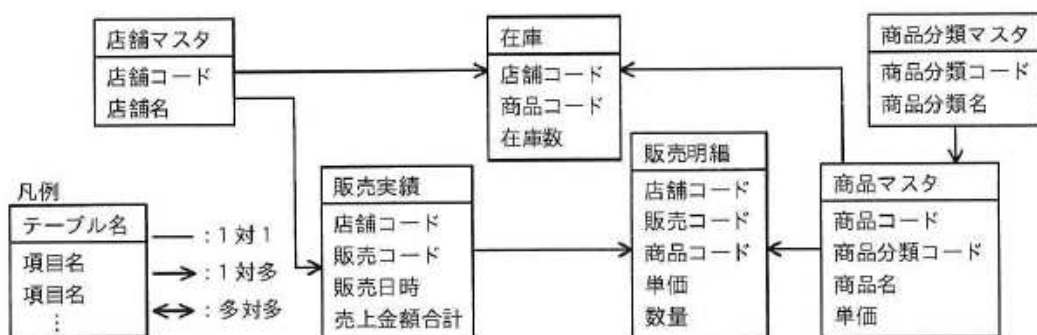


図1 データモデル（抜粋）

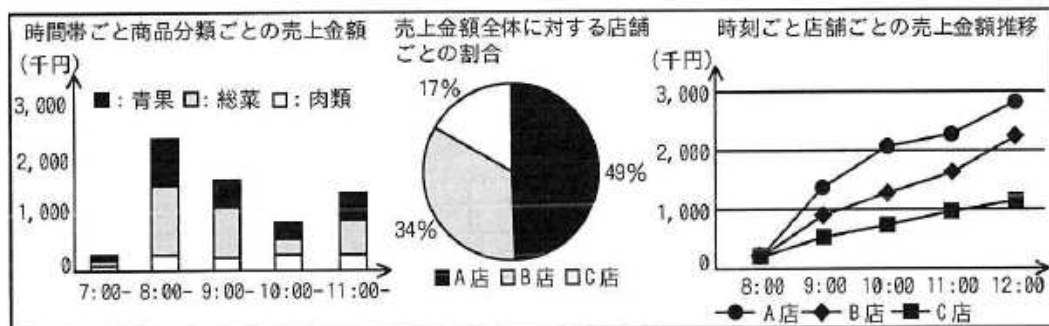


図2 ダッシュボードのイメージ（一部）

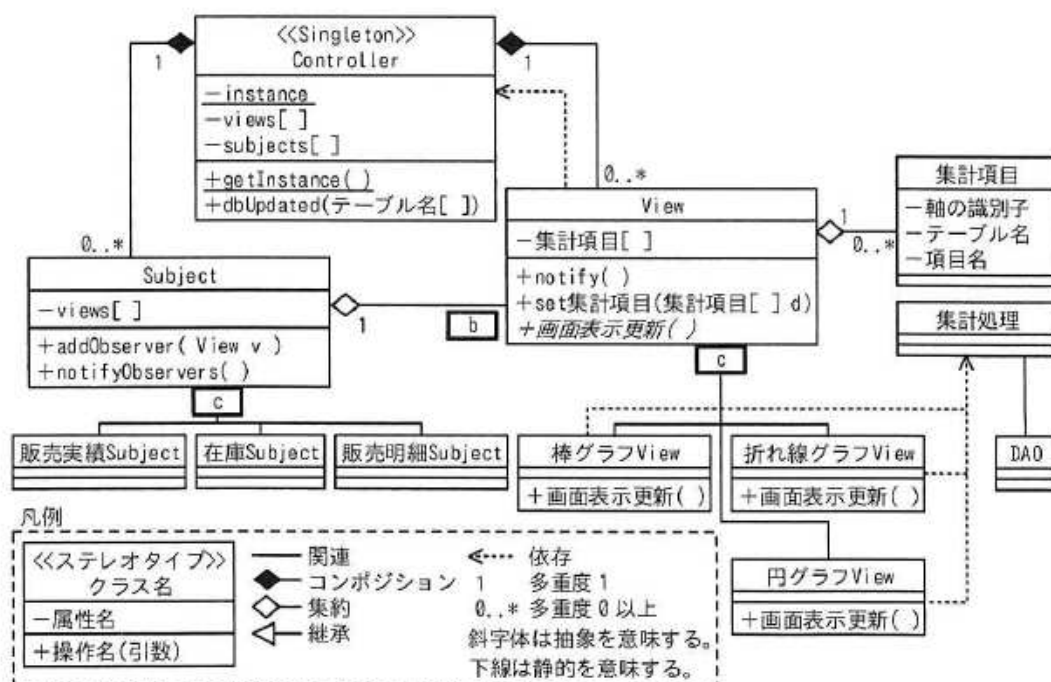
販売状況や在庫状況はデータベースで管理する。データベースに新たな販売実績が追加されたり、在庫数が更新されたりすると、その内容がダッシュボードに随時反映

され、最新の情報が表示される。

Y 社は、ダッシュボードの開発を Z 社に依頼し、Z 社はその設計に取り掛かった。

[ダッシュボードのクラスの設計]

Z 社は、ダッシュボードのクラスの設計を行った。設計したクラス図を図 3 に、表示できるグラフの種類を表 1 に、主なクラスの説明を表 2 に示す。Controller クラスは、システム全体の挙動を制御するクラスである。View クラスは、画面にグラフを表示する機能をもつクラスである。グラフには複数の種類があるので、その種類ごとに、View クラスを a したクラスを作成する。Subject クラスは、データベースが更新されたことを View クラスのオブジェクトに通知するクラスである。図 1 のデータモデル中のテーブルのうち、ダッシュボードで監視したい情報に関するテーブルのそれぞれについて、Subject クラスを a したクラスを作成する。以下、View クラス、Subject クラスを a したクラスのオブジェクトを、それぞれ View オブジェクト、Subject オブジェクトという。



注記 集計項目クラスの属性“軸の識別子”は、グラフの“縦軸”、“横軸”などを一意に示す値である。

図 3 クラス図

表1 表示できるグラフの種類

種類	グラフの構成要素	説明
棒グラフ	横軸の項目、集計対象の項目、分類	横軸の項目について、任意の値の範囲で区切り、集計対象の項目の値を縦棒で表現する。縦棒の値は、分類ごとに色分けし、それらを積み上げて表示する。
円グラフ	集計対象の項目、分類	集計対象の項目について、分類ごとに集計して、その割合を扇形の面積で表現する。扇形は分類ごとに色分けして表示する。
折れ線グラフ	横軸の項目、集計対象の項目、分類	横軸の項目について、任意の値の範囲で区切り、集計対象の項目の値の推移を折れ線で表現する。折れ線は分類ごとに分けて表示する。

表2 主なクラスの説明

クラス	説明
Controller	プログラムの流れを制御するクラス。データベースが更新されたときに、更新されたテーブル名の配列を引数にして、dbUpdated メソッドを呼び出す。
DAO	データベースにアクセスするためのクラス。
Subject	データの更新を View オブジェクトに通知するクラス。通知先は、addObserver メソッドで登録する。notifyObservers メソッドは、登録された全ての通知先の notify メソッドを呼び出す。
View	ダッシュボードに一つのグラフを表示するクラス。グラフの軸や集計対象の項目の情報を、集計項目オブジェクトの配列で保持している。notify メソッドは、画面表示更新メソッドを呼び出す。画面表示更新メソッドは、対象に関する集計を行い、画面の表示を更新する。
集計処理	グラフを表示する際に必要になる、各種の集計の実装したクラス。

〔グラフの新規表示〕

例えば、“時間帯ごと商品分類ごとの売上金額”のグラフを新たに画面上に表示する場合を考える。グラフの種類は棒グラフなので、棒グラフ View クラスのオブジェクトを作成する。次に、①関係する Subject オブジェクトの addObserver メソッドを呼び出す。その後、画面の初期表示のために、画面表示更新メソッドを呼び出す。

〔グラフの表示内容更新〕

店舗で商品が販売されると、販売管理システムが、データベースにレコードを追加する。そのとき、ダッシュボードの Controller クラスに実装されている dbUpdated メソッドが呼び出されるように、システム間の連携が行われている。

Controller クラスは、dbUpdated メソッドが呼び出されると、更新されたテーブル

に対応する Subject オブジェクトの notifyObservers メソッドを呼び出す。notifyObservers メソッドは、そのオブジェクトが属性としてもつ配列 views に格納されている全ての View オブジェクトの notify メソッドを呼び出す。notify メソッドは、画面表示更新メソッドを呼び出す。View クラスの画面表示更新メソッドは d メソッドなので、例えば、“時間帯ごと商品分類ごとの売上金額” の場合は e クラスに実装されたメソッドを呼び出す。

[データのフィルタリング]

Y 社からの追加の要求で、集計結果をフィルタリングする機能を追加することになった。例えば、“時間帯ごと商品分類ごとの売上金額” のグラフ上で、特定の商品分類の表示箇所をマウスでクリックしたときに、表示されている全てのグラフについて、指定した商品分類で絞り込んだ結果を表示したい。そこで、絞り込条件を取り扱うクラスとして絞り込条件クラスを導入し、次の改修を加えることで機能を実現することにした。

- ・絞り込条件クラスは、属性として“テーブル名”、“項目名”、“絞り込条件の値”をもつ。例えば、商品分類で絞り込む場合は、テーブル名に“商品マスタ”、項目名に“商品分類コード”、絞り込条件の値に“商品分類コードの値”が入る。
- ・Controller クラスの属性に絞り込条件クラスのオブジェクトを追加し、その属性に条件を設定するための setFilter メソッドを追加する。
- ・View オブジェクトが画面の表示を更新する際に、絞り込条件のオブジェクトが引き渡されるようにするために、Subject クラスの notifyObservers メソッドと、View クラスの notify メソッドのそれぞれについて、呼出しの②仕様を変更する。
- ・集計処理クラスの処理で絞り込条件を考慮して集計し、画面を更新する。

画面の操作が行われたら、View オブジェクトが絞り込条件オブジェクトを生成し、Controller オブジェクトの setFilter メソッドを呼び出す。その後、全ての View オブジェクトの画面表示更新メソッドを呼び出すことで、機能を実現する。

[過負荷の回避]

設計レビューを実施したところ、次の点が指摘された。

- ・販売管理システムが、データベースに販売実績のレコードを連続で追加すると、ダ

ッシュボードが過負荷になるおそれがある。

・一つの View オブジェクトは ので、1 回の販売実績の登録で、表示の更新が複数回発生してしまう。

そこで、View クラスの属性に“更新フラグ”を追加し、notify メソッドでは画面表示更新メソッドを呼び出すのではなく、“更新フラグ”を立てるようにした。また、“更新フラグ”を立てる処理とは別に、定期的に画面表示更新メソッドを呼び出す仕組みを用意し、“更新フラグ”が立っている場合だけ画面の更新処理を実行してから“更新フラグ”を降ろすようにした。

設問1 本文中の に入れる適切な字句を答えよ。

設問2 図3中の ， に入れる適切なクラス間の関係又は多重度を答え、クラス図を完成させよ。なお、表記は図3の凡例に倣うこと。

設問3 本文中の下線①について、関係する Subject オブジェクトのクラス名を図3中から選び全て答えよ。

設問4 本文中の ， に入れる適切な字句を答えよ。

設問5 本文中の下線②について、仕様変更の内容を30字以内で答えよ。

設問6 本文中の に入れる適切な字句を、30字以内で答えよ。

〔メモ用紙〕

問9 IoT 活用プロジェクトのマネジメントに関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

P 農業組合が管轄する地域では、いちご栽培が盛んである。いちごは繁殖率が低く、栽培技術の向上や天候不順への対応が必要である。P 農業組合員のいちご栽培農家は温度調節や給水などの栽培管理を長年の経験と勘に頼っていたので、一部の農家を除いて生産性が低い状態が続いていた。そこで、数年前に生産性向上を目指して W 社の IoT システムを導入した。IoT システムの主な機能は、次のとおりである。

- ・栽培ハウス（以下、ハウスという）内外に環境計測用センサー（以下、K センサーという）、温度調節や給水などを行う装置、装置に無線で動作指示する制御機器（以下、S 機器という）を設置する。
- ・K センサーは、温度、湿度などの環境データを取得して S 機器に送信する。
- ・S 機器は、受信した環境データと、S 機器の動作指示を制御するパラメータ（以下、制御パラメータという）とを基に、装置に温度調節や給水などの動作指示をする。
- ・農家は、その日の天候及び P 農業組合内に設置されたデータベース（以下、DB という）サーバに蓄積された過去の環境データを参考にして、より良い栽培環境になるように、農家に配付されているタブレット端末を使って制御パラメータを変更できる。

[SaaS を活用した IoT の効果向上]

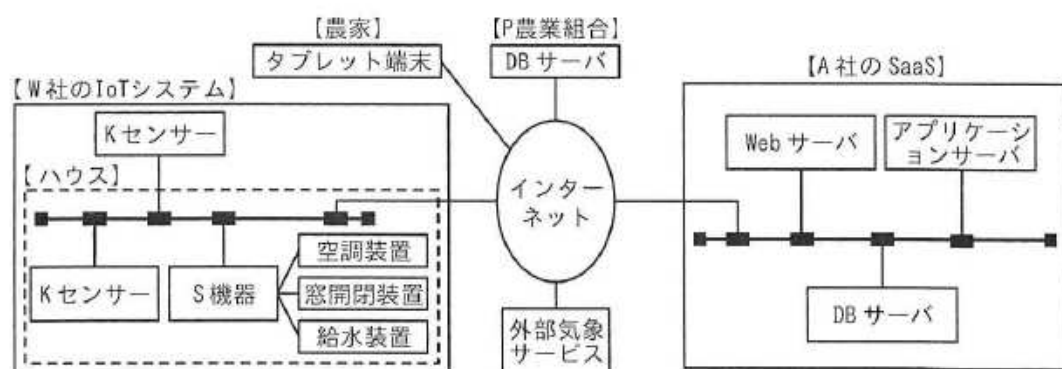
IoT システムの導入によって、ハウス内の温度や湿度などをコントロールできるようになった。しかし、大半の農家では、過去の環境データを分析して制御パラメータを最適に設定することが難しかったので、期待していたほどの効果は出ていなかった。そこで、P 農業組合の Q 組合長は A 社に支援を依頼した。A 社は、ICT を活用した農作物の生産性向上に資するデータ分析サービスを SaaS として提供する企業である。A 社の B 部長は、導入した IoT システムの効果を向上させるために、A 社の SaaS を活用して制御パラメータを自動的に変更するサービス（以下、本サービスという）の導入を提案しようと考えた。

A 社の SaaS は、実装された AI のデータ分析を最適化するためのパラメータ（以下、分析パラメータという）を参照し、過去と現在の環境データ、及び外部気象サービスが提供する予報データを統合して分析する。本サービスでは、この分析結果から最適

な制御パラメータを算出して S 機器に送信し、制御パラメータを変更する。

提案に先立って、B 部長は Q 組合長に、A 社の SaaS には W 社の IoT システムとの接続実績がなく、また A 社にはいちご栽培でのデータ分析サービスの経験がないので、分析パラメータの種類の選定及び値の設定の際に、試行錯誤が予想されることを説明した。さらに、B 部長は、本サービスの実現に不確かな要素は多いが、導入を試してみる価値が十分あると伝えた。Q 組合長はこれらを理解した上で、本サービスの導入プロジェクト（以下、SaaS 導入プロジェクトという）の立ち上げを決定し、Q 組合長自身がプロジェクトオーナーに、B 部長がプロジェクトマネージャになった。

B 部長は、プロジェクトの目的を“農家が、本サービスを使っていちご栽培を改善し、より良い収穫を実現すること”にした。なお、SaaS 導入プロジェクトが完了して本サービスが開始されるとき分析パラメータは、プロジェクト活動中にいちご栽培に適すると評価された設定値とする。本サービス開始後、農家は、タブレット端末から分析パラメータの設定をガイドする機能（以下、ガイド機能という）を使って設定値を変更できる。その際、P 農業組合は、農家がガイド機能を活用できるようになる支援を行う。本サービスを導入したシステムの全体の概要を図 1 に示す。



注記 P 農業組合の DB サーバに蓄積されたデータは、本サービス開始前に A 社の SaaS に移される。

図 1 本サービスを導入したシステムの全体の概要

〔概念実証の実施〕

B 部長は、①SaaS 導入プロジェクトの立ち上げに先立って、概念実証（Proof of Concept 以下、PoC という）を実施することにした。PoC の実施メンバーには、A 社から B 部長のほかに、導入支援担当として C 氏が選任された。C 氏は、IoT システムとのデータ連携機能の開発経験があり、また様々なデータ分析の手法を熟知していた。

P 農業組合からは、いちご栽培の熟練者である R 氏が選任された。また、P 農業組合から W 社に、IoT システムと A 社の SaaS とのデータ連携に関する支援を依頼した。PoC の実施に当たって、P 農業組合がいちご栽培の独自情報を開示すること、A 社及び W 社が製品の重要情報を開示することから、3 者間で a を締結した。

PoC では、IoT システムが導入された農家で実際に栽培している環境の一部（以下、PoC 環境という）を使うことにした。A 社と W 社が協力して IoT システムと A 社の SaaS との簡易なデータ連携機能を開発し、P 農業組合内に設置された DB サーバに蓄積された過去の環境データを利用することにした。C 氏が分析パラメータの種類の選定と値の設定を担当し、R 氏が装置への動作指示の妥当性を評価することになった。

PoC は計画どおりに実施された。IoT システムと A 社の SaaS とのデータ連携は確認され、分析パラメータの種類の選定と値の設定に基づく動作指示も妥当であった。一方で、R 氏から、K センサーの種類を増やして糖度、形状、色づきのなどの多様なデータを取得し、きめ細かく装置を動作させたいとの意見が出された。これに対して C 氏は、K センサーの種類を増やすとデータ連携機能の開発規模が増え、かつ、分析パラメータの種類の再選定が必要になると指摘した。

B 部長は、PoC によって得られた本サービスの実現性の検証結果に加え、導入コスト、導入スケジュールなどを提案書にまとめた。A 社内で承認を受けた後、B 部長は Q 組合長に A 社の SaaS 導入提案を行って了承され、準委任契約を締結して SaaS 導入プロジェクトが立ち上げられた。

〔SaaS 導入プロジェクトの計画〕

SaaS 導入プロジェクトには、PoC の実施メンバーに引き続き参加してもらい、A 社からの業務委託で W 社も参加することになった。現在の IoT システムに追加する K センサーの種類の選定は R 氏が中心になって進め、IoT システムと A 社の SaaS とのデータ連携機能の開発、及び分析パラメータの種類の選定と値の設定は C 氏がリーダーになって進める。さらに、P 農業組合の青年部からいちご栽培の経験がある 2 名が、利用者であるいちご栽培農家の視点で参加することになった。Q 組合長は、この 2 名に ②R 氏及び C 氏と協議しながら分析パラメータの値を設定するよう指示した。

B 部長は、プロジェクトメンバーとともにプロジェクト計画の作成に着手し、プロジェクトの Scope を検討した。SaaS 導入プロジェクトには、二つの作業 Scope

がある。一つは、K センサーの種類の追加という W 社側の作業スコープである。もう一つは、K センサーの種類の追加に対応したデータ連携機能の開発及び分析パラメータの種類の選定と値の設定という A 社側の作業スコープである。この二つの作業スコープは密接に関連しており、W 社側の作業スコープの変更は A 社側の作業スコープに影響する。B 部長は、まず PoC の実施結果を基に、PoC 環境の規模から実際に栽培している環境の規模に拡張することを当初スコープにした。このスコープでサービスを開発し、開発したサービスをプロジェクトメンバー全員で検証、協議した上で、開発項目の追加候補を決めてスコープを変更する開発アプローチを採用することにした。

B 部長は、この開発アプローチでは適切にスコープをマネジメントしないと③スコープクリープが発生するリスクがあると危惧した。そこで、スコープクリープが発生するリスクへの対応として、b 及び c のベースラインを基に次のスコープ管理のプロセスを設定した。

- (1) 追加候補の開発項目を、スコープとして追加する価値があるか否かをプロジェクトメンバー全員で確認し、追加の可否を判断する。
- (2) 追加候補の開発項目を加えたスコープがベースラインに収まれば追加する。
- (3) 追加候補の開発項目を加えたスコープがベースラインに収まらず、スコープ内の他の開発項目の優先順位を下げられる場合は、優先順位を下げた開発項目をスコープから外し、追加候補の開発項目をスコープに追加する。
- (4) 他の開発項目の優先順位を下げられない場合は、スコープが拡大してしまうので、プロジェクトの品質を確保するため b 及び c のベースラインの変更をプロジェクトオーナーに報告し、変更可否を判断してもらう。

次に、B 部長は、本サービスは、K センサー、装置、S 機器などの多種多様の IoT 機器、及び A 社の SaaS で実現するシステムであることから、テスト項目数が増える予想し、テストで着目する点を明確にして効率よくテストを実施すべきだと考えた。PoC の実施環境、実施状況、及び実施結果を踏まえ、次のとおり着目する点を設定してテストを実施することにした。

- (i) 利用規模を想定して、IoT 機器の接続やデータ連携に着目したテスト
- (ii) 同一ハウス内で動作する複数の装置の競合に着目したテスト
- (iii) 利用場所、利用シーンに着目したテスト
- (iv) システムやデータの機密性、完全性、可用性に着目したテスト

本サービスをP農業組合へ導入したことをもってプロジェクトは完了するが、農家はいちごの栽培を続け、収穫によって導入効果を評価する。④B部長は、プロジェクトの完了時点では、プロジェクトの目的の実現に対する真の評価はできないと考えた。そこで、B部長は、A社とP農業組合とで、これについて事前に合意することにした。

設問1 「概念実証の実施」について答えよ。

- (1) 本文中の下線①について、B部長がSaaS導入プロジェクトの立ち上げに先立ってPoCを実施することにした理由は何か。25字以内で答えよ。
- (2) 本文中の a に入れる適切な字句を、8字以内で答えよ。

設問2 「SaaS導入プロジェクトの計画」について答えよ。

- (1) 本文中の下線②について、Q組合長は、青年部の2名に本サービス開始後にどのような役割を期待して指示したのか。25字以内で答えよ。
- (2) 本文中の下線③について、B部長が危惧したスコープクリープを発生させる要因は何か。35字以内で答えよ。
- (3) 本文中の b , c に入れる適切な字句を、それぞれ8字以内で答えよ。
- (4) 本文中の(i)~(iv)の各テストで着目する点に1対1で対応する検証内容として解答群のア~エがある。このうち(i)のテストで着目する点に対応する検証内容として適切なものを、解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

- ア 屋内屋外、温暖寒冷など様々な環境下での動作の検証
- イ 最大台数のIoT機器及び装置をつなげた状態での動作の検証
- ウ 同一ハウス内の無線を使った同一タイミングでの複数装置の動作の検証
- エ 無関係の外部者がシステムにアクセスできないことの検証

- (5) 本文中の下線④について、B部長が真の評価はできないと考えた理由は何か。30字以内で答えよ。

〔 メ モ 用 紙 〕

問 10 テレワーク環境下のサービスマネジメントに関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

E 社は、東京に本社があり、全国に 3 か所の営業所をもつ、従業員約 200 名の保険代理店である。E 社には、保険商品の販売や顧客サポートを行う営業部、入出金処理や伝票処理を行う経理部、情報システムの開発や運用を行う情報システム部などの部署がある。営業部の従業員（以下、営業員という）は、営業先に出向いて業務を行うことが多く、その際の顧客サポートの質の向上が課題となっている。

E 社の従業員には、ノート PC が一人 1 台貸与され、一部の営業員には、ノート PC とは別にタブレット端末が貸与されている。ノート PC やタブレット端末（以下、これらを社内デバイスという）では、本社内に設置しているサーバのアプリケーションソフトウェア（以下、業務アプリという）と、電子メール送受信やスケジュール管理を行うことができるグループウェア（以下、業務アプリとグループウェアを合わせて社内 IT 環境という）の利用が可能である。社内デバイスは、社外から社内 IT 環境へのネットワーク接続は行えない。

E 社の情報システム部には、開発課と運用課がある。開発課は、各部署が利用する社内 IT 環境の企画・開発を行う。運用課は、管理者の F 課長、運用業務の取りまとめを行う G 主任及び数名の運用担当者で構成され、サーバなどの IT 機器の管理だけでなく、次の IT サービスを提供している。

- ・社内 IT 環境の運用
- ・従業員からの問合せやインシデントの対応を受け付けるサービスデスク

〔社内 IT 環境とサービスマネジメントの概要〕

現在の社内 IT 環境とサービスマネジメントの概要を次に示す。

- ・営業員は、社内 IT 環境から営業活動に必要なデータを、社内でタブレット端末にダウンロードし、営業先ではタブレット端末をスタンドアロンで使用している。
- ・社内デバイスの OS を対象に、セキュリティ修正プログラムを含む OS バージョンのアップデート（以下、OS パッチという）を実施している。
- ・OS パッチを適用するには、社内デバイスのシステム設定で自動適用と手動適用のいずれか一方を設定する必要がある。現在は手動適用に設定している。

- ・ OS パッチを適用すると、社内デバイスで業務アプリを正常に利用できなくなるおそれがある。そこで、OS パッチの展開管理に責任をもつ運用課は、OS パッチが公開されると、まず、開発課に OS パッチを適用した社内デバイスでテストを行い、業務アプリを正常に利用できることを確認するように依頼する。業務アプリを正常に利用できることを確認後、運用課から、従業員に社内デバイス进行操作して OS パッチを手動適用するように依頼する。
- ・ 従業員からの問合せやインシデントに対応するために、従業員が使っている社内デバイスの操作が必要な場合がある。サービスデスクは、従業員が社内デバイスを利用している場所が本社のときは対面でサポートを行い、営業所のときは電話でサポートを行っている。ただし、サービスデスクでは、電話でのサポートは時間が掛かるという問題を抱えている。
- ・ サービスデスクだけでインシデントをタイムリーに解決できない場合、開発課への a を行うことがある。

〔テレワーク環境の構築の計画〕

営業部の課題を解決するため、全ての営業員にタブレット端末を貸与し、社外からインターネットを介して社内 IT 環境に接続可能なテレワーク環境を、開発課が構築し、運用課が運用することになった。なお、テレワーク環境は、当初はタブレット端末だけの利用とするが、社会情勢の変化を受けて在宅勤務などで、ノート PC にも今後利用を拡大する予定である。

テレワーク環境では、サービスデスクは、社外でタブレット端末を使う営業員からの問合せやインシデントに、営業所の場合と同様に、電話によるサポートで対応する。

〔テレワーク環境の運用の準備〕

F 課長は、テレワーク環境の運用の準備に着手した。

テレワーク環境の利用開始直後は、営業員から問合せが多発することやインシデントの発生が想定された。F 課長は、テレワーク環境の利用開始から安定稼働になるまでの間は、開発課による初期サポートが必要と判断し、開発課に依頼して初期サポート窓口を開発課に設けることを計画した。ただし、開発課による初期サポートの実施中は、問合せ先及びインシデントの連絡先を営業員自身が判断し、テレワーク環境に

については初期サポート窓口、その他についてはサービスデスクに対応を依頼することとなる。F 課長は、利用開始後のテレワーク環境に関する問合せとインシデントの対応が b ことを、テレワーク環境の安定稼働の条件と考えた。また、初期サポート窓口の設置は、テレワーク環境の利用開始後から4週間を目安とし、テレワーク環境に関する問合せとインシデントの対応が b ことを初期サポートの終了基準とし、終了基準を満たすまで、初期サポート窓口を継続する。

サービスデスクは本来、機能的に SPOC (Single Point Of Contact) とするのが望ましい。そこで、F 課長は、①SPOC を実現する時期の判断のために、テレワーク環境の問合せ対応に関して、初期サポートが終了するまでに開発課から c ことも初期サポートの終了基準として設けるべきであると考えた。F 課長は、これらの計画について営業部と開発課に説明して了承を得た。

次に、F 課長は、タブレット端末をもつ営業員が増え、また社外での利用機会が拡大すること、及び今後ノート PC を利用した在宅勤務が予定されていることから、社内デバイスの利用状況の管理を効率的に行う必要があると考えた。そこで、現状の人手による管理に代えて、社内デバイスの利用状況を統合的に管理することができるツール（以下、統合管理ツールという）を導入することにした。F 課長は、G 主任に統合管理ツールの調査を指示し、G 主任は、統合管理ツールの機能と概要を表1にまとめた。

表1 統合管理ツールの機能と概要

項番	機能	概要
1	台帳管理	社内デバイスのハードウェア情報、OS 及び導入しているミドルウェアのバージョン情報を自動取得し、管理することができる。
2	操作ログ管理	社内デバイスへのログイン及びログアウト状況など社内デバイスの利用状況を把握することができる。
3	リモート操作	統合管理ツールから社内デバイスをリモートで操作したり、ロックして使用できないようにしたりすることができる。
4	パッチ適用	配信用サーバを構築することで、社内デバイスの OS に対して、OS パッチを自動的に展開することができる。

G 主任は、調査結果を F 課長に説明した。F 課長は、現在実施している OS パッチの手動適用では、従業員が OS パッチの適用のタイミングをコントロールできてしまう

ことから、OS パッチの適用に不確実さがあることを問題視していた。F 課長は、パッチ適用機能を使うことで、展開管理として OS パッチを確実に適用できると考えた。F 課長は、パッチ適用機能の実現には、テスト済みの OS パッチを配信用サーバに登録する手順の追加が必要となることを G 主任に指摘し、検討するように指示した。そこで、F 課長は、テレワーク環境の利用開始時点では、統合管理ツールのパッチ適用以外の機能を使用し、②現在、サービスデスクで行っているサポートの問題を解決することにした。

[パッチ適用機能の使用]

テレワーク環境の構築が完了し、営業員によるテレワーク環境の利用が開始された。初期サポート窓口での対応は、終了基準を満たして、計画どおり 4 週間で終了した。テレワーク環境はおおむね好評で、営業員のタブレット端末の利用頻度が上がり、タブレット端末による営業活動への効果が向上していた。一方で、以前から、営業部では、運用課からの指示がないにもかかわらず OS パッチを手動適用したり、指示したにもかかわらず手動適用を忘れていたりして、社内デバイスで業務アプリを正常に利用できないというインシデントが発生しており、現在も営業活動に影響が出ていた。

この状況を受けて、F 課長は、“今後のインシデント発生を防止するという問題管理の視点から有効であるだけでなく、展開管理の視点からも有効である”と考えて、早期に③パッチ適用機能の使用を開始することにし、G 主任にその後の検討状況の報告を求めた。G 主任は、展開管理の手順の検討結果を報告し、F 課長は了承した。また、G 主任は、パッチ適用機能を実現するためには、現在、手動適用の運用をしている社内デバイスの設定を変更する準備作業が必要となることを報告した。報告を受けた F 課長は、準備が整い次第、パッチ適用機能を使用することを決定した。

設問 1 本文中の

a

 に入れる適切な字句を解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

ア アセスメント

イ エスカレーション

ウ ガバナンス

エ コミットメント

設問2 「テレワーク環境の運用の準備」について答えよ。

- (1) 本文中の b に入れる内容を、15 字以内で答えよ。
- (2) 本文中の下線①とすることのメリットは何か。営業員にとってのメリットを 25 字以内で答えよ。
- (3) 本文中の c に入れる内容を、25 字以内で答えよ。
- (4) 本文中の下線②の問題と解決方法は何か。問題を 25 字以内で答えよ。解決方法は表 1 中の機能に対応する項番の数字を答えよ。

設問3 本文中の下線③について、運用課が下線③の対策を採る理由を、展開管理の視点から 30 字以内で答えよ。

〔メモ用紙〕

問 11 支払管理システムの監査に関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

V 社は大手の製造会社であり、2 年前に 12 年間利用していた自社開発の債務管理システムから業務パッケージを利用した支払管理システムに移行した。そこで、内部監査室は、支払管理システムの運用状況に関するシステム監査を実施することにした。

〔支払管理システム及び関連システムの概要〕

支払管理システム及び関連システムの概要を図 1 に示す。

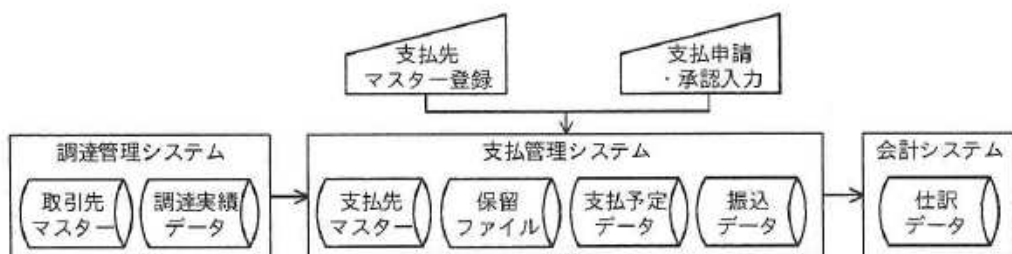


図 1 支払管理システム及び関連システムの概要

- (1) 支払管理システムは業務パッケージの標準機能を利用し、約 1 年間で、企画、要件定義、業務パッケージ選定、設計、開発、テスト及びリリースの各段階を経て移行された。V 社では、規程類に適合しない機能を採用する場合は、対応策を含めて、リスク委員会の承認を受ける必要がある。
- (2) 会計システムは業務パッケージである。
- (3) 調達管理システムは、10 年前に構築した自社開発システムであり、各工場製造部の原料及び外注加工に関する見積依頼・発注・入荷・検収を管理している。検収入力で作成される調達実績データは、半月ごとに支払管理システムへ取り込まれる。
- (4) 4 年前に実施された債務管理システムのシステム監査では、規程類に適合した機能が導入され、運用されていると結論付けられ、指摘事項はなかった。
- (5) 昨年実施された調達管理システムの監査では、取引先別の調達実績データの合計額が支払管理システムの支払予定データの合計額と一致していないことが発見された。これについて、調達管理システムには問題はなく、支払管理システムの

運用状況の詳細な調査が必要と結論付けられ、経理部で調査中とのことである。

〔支払管理システムの運用の概要〕

監査担当者が予備調査で把握した内容は、次のとおりである。

- (1) 支払管理システムでは、業務パッケージの標準機能である利用者 ID 情報管理機能及びパスワード管理機能を利用している。承認された利用者 ID 申請書が情報システム部サポート担当に提出され、利用者 ID 情報が登録、変更、削除される。利用者 ID 情報には、利用者 ID、利用者名、部署名、各メニューの利用権限などが含まれ、登録・変更・削除履歴は利用者 ID 更新ログに記録される。業務パッケージのパスワードポリシーの一部には、規程類に適合するようにパスワードポリシーを適用できない箇所があった。
- (2) 支払管理システムに関連するプロセスは、次のとおりである。
 - ① 経費精算などは、支払管理システムに支払申請入力を行い、承認者が承認入力を行うことで支払予定データが生成される。支払予定データは修正できないので、支払額を減額したい場合は、減額の支払申請を入力する。
 - ② 支払規程によると、支払金額が一定額を超過する場合には、事業本部長の承認及び担当役員の承認が必要になる。支払管理システムには、一つの申請に対し複数の承認者を設定する機能がないので、承認入力後に承認者から必要な上位者に経理部宛の CC を含む電子メールで承認を受ける手続としている。
 - ③ 支払申請入力では、請求書・領収書などの証ひょう類を承認者に回付せず、申請者が入力後に経理部に送付する。経理部は、支払予定データについて一定額超過の承認メールを含む証ひょう類に不備がないかチェックする。経理部は、証ひょう類に不備のある支払予定データについて、未承認の状態に変更することができ、その場合は、申請者に電子メールで通知される。また、各工場管理部は調達管理システムの調達実績データについて、取引先からの請求書とチェックしている。
 - ④ 調達実績データから支払予定データを生成するには支払先マスターに調達連携用の支払先（以下、調達用支払先という）を登録しておく必要がある。調達用支払先は、調達管理システムに関する支払業務以外では利用しない。

- ⑤ 支払管理システムでは、半月ごとの調達実績データの取込処理によって、支払予定データが生成される。取込処理の実行時にエラーがあった場合は、情報システム部でエラー対応を行う。一方、エラーではないが支払先マスターに調達用支払先が未登録などの場合は、保留ファイルに格納される。経理部は保留ファイルに対し、支払先マスター登録などの対応後に保留ファイルの更新処理を実行する一連の作業を行う。
- ⑥ 原料・外注加工費は半月ごとに支払が行われるので、調達管理システムでの検収入力が遅れ、次の取込処理となってしまうと支払遅延となる。そこで、支払遅延とならないように工場製造部の申請に基づき、工場管理部は、当該取引先に対応した調達用支払先を利用して追加の支払申請入力を行う。また、次の取込処理までに重複防止のための減額の支払申請入力が必要となる。
- ⑦ 経理部は、作業が完了した支払予定データに対して振込データ作成画面で対象範囲を指定して、銀行に送信する振込データを作成する。

〔監査手続の作成〕

監査担当者が、予備調査に基づき策定した監査手続案を表1に示す。

表1 監査手続案（抜粋）

項番	監査要点	監査手続
1	利用者 ID は、適切に登録、変更、削除される。	・利用者 ID 申請書が適切に作成、承認され、利用者 ID 申請書の内容と利用者 ID 情報が一致しているか確かめる。
2	利用者 ID のパスワードは、適切に設定される。	・利用者 ID のパスワードポリシーが、V 社のパスワードの規程類に準拠しているか確かめる。
3	支払予定データは、調達実績データによって適切に作成される。	・支払先マスターが正確に登録されるかどうか確かめる。 ・調達実績データの取込処理が漏れなく実行され、エラーが発生した場合は適切に対処されているか確かめる。
4	経費精算などの支払予定データは、適切に承認される。	・支払管理システムの承認権限が適切に付与されているか確かめる。 ・支払申請が未承認で残っていないか確かめる。
5	振込データは、適切に作成される。	・経理部が振込データの作成範囲に漏れがないことをチェックしているか確かめる。

内部監査室長は、表 1 をレビューし、次のとおり監査担当者に指示した。

- (1) 表 1 項番 2 の監査手続は、予備調査の結果を踏まえると不備が発見される可能性が高い。これに対応する追加手続として、 段階で が行われていたかどうかについての監査手続を含めるべきである。
- (2) 表 1 項番 3 の監査手続だけでは、監査要点を十分に評価できない。 に対する作業について評価する監査手続を追加すること。
- (3) 表 1 項番 4 の監査手続だけでは、監査要点を十分に評価できない。支払金額が の支払予定データについては、監査手続を追加すること。
- (4) 表 1 項番 5 について、支払予定データに対して経理部の が振込データ作成前に完了していることを確かめる監査手続を追加すること。
- (5) 昨年度のシステム監査での発見事項については、表 1 の項番 で確かめている。その他、差異が発生する可能性のある次の二つの事象に関する監査要点及び監査手続を追加すること。
- ① 調達管理システムと異なる支払申請入力において、間違って を利用してしまった。
- ② 支払遅延防止として追加の支払申請入力した後に、 を行わなかった。

設問 1 「監査手続の作成」の ～ に入れる適切な字句をそれぞれ 10 字以内で答えよ。

設問 2 「監査手続の作成」の について、どのような作業を確かめるべきか、適切な字句を 20 字以内で答えよ。

設問 3 「監査手続の作成」の に入れる最も適切な監査要点を表 1 のなかから選び、表 1 の項番で答えよ。

設問 4 「監査手続の作成」の , に入れる適切な字句をそれぞれ 10 字以内で答えよ。

〔メモ用紙〕

〔メモ用紙〕

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	13:40 ～ 15:20
--------	---------------

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。

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、TM 及び [®] を明記していません。