

令和5年度 秋期  
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 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、採点されることがあります。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。



〔問題一覧〕

●問 1（必須）

| 問題<br>番号 | 出題分野     | テーマ            |
|----------|----------|----------------|
| 問 1      | 情報セキュリティ | 電子メールのセキュリティ対策 |

●問 2～問 11（10 問中 4 問選択）

| 問題<br>番号 | 出題分野         | テーマ                          |
|----------|--------------|------------------------------|
| 問 2      | 経営戦略         | バランススコアカードを用いたビジネス戦略策定       |
| 問 3      | プログラミング      | 2 分探索木                       |
| 問 4      | システムアーキテクチャ  | システム統合の方式設計                  |
| 問 5      | ネットワーク       | メールサーバの構築                    |
| 問 6      | データベース       | 在庫管理システム                     |
| 問 7      | 組込みシステム開発    | トマトの自動収穫を行うロボット              |
| 問 8      | 情報システム開発     | スレッド処理                       |
| 問 9      | プロジェクトマネジメント | 新たな金融サービスを提供するシステム開発プロジェクト   |
| 問 10     | サービスマネジメント   | サービスレベル                      |
| 問 11     | システム監査       | 情報システムに係るコンティンジェンシー計画の実効性の監査 |

次の問 1 は必須問題です。必ず解答してください。

問 1 電子メール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。

K 社は、IT 製品の卸売会社であり、300 社の販売店に製品を卸している。K 社では、8 年前に従業員が、ある販売店向けの奨励金額が記載されたプロモーション企画書ファイルを添付した電子メール（以下、メールという）を、担当する全販売店の担当者宛てに誤送信するというセキュリティ事故が発生した。この事故を機に、メールの添付ファイルを、使い捨てのパスワード（以下、DPW という）によって復元可能な ZIP ファイルに変換する添付ファイル圧縮サーバを導入した。

添付ファイル圧縮サーバ導入後のメール送信手順を図 1 に示す。



図 1 添付ファイル圧縮サーバ導入後のメール送信手順

#### 〔現在のメール運用の問題点と対策〕

K 社では、添付ファイル圧縮サーバを利用して、最初に DPW で復元可能な ZIP ファイルを添付したメール（以下、本文メールという）を送信し、その後、ZIP ファイルを復元するための DPW を記載したメール（以下、PW メールという）を送信することによって、メールのセキュリティを確保する方式（以下、この方式を PPAP という）を運用している。

しかし、現在運用している PPAP は、政府のある機関において中止するという方針が公表され、K 社の販売店や同業者の中でも PPAP の運用を止める動きが見られるようになった。

このような状況から、K 社の情報セキュリティ委員会は、自社の PPAP の運用上の問題点を検証することが必要であると判断して、情報セキュリティリーダーの L 主任に、PPAP の運用上の問題点の洗い出しと、その改善策の検討を指示した。

L 主任は、現在の PPAP の運用状況を調査して、次の二つの問題点を洗い出した。

- (1) ①本文メールの宛先を確認せずに、本文メールと同じ宛先に対して PW メールを

送信している従業員が多い。

- (2) ほとんどの従業員が、PW メールを本文メールと同じメールシステムを使用して送信している。したがって、本文メールが通信経路上で何らかの手段によって盗聴された場合、PW メールも盗聴されるおそれがある。

問題点の(1)及び(2)は、ともに情報漏えいにつながるリスクがある。(1)の問題点を改善しても、(2)の問題点が残ることから、②L主任は(2)の問題点の改善策を考えた。しかし、運用面の改善によってリスクは低減できるが、時間とともに情報漏えいに対する意識が薄れると、改善策が実施されなくなるおそれがある。そこで、L主任は、より高度なセキュリティ対策を実施して、情報漏えいリスクを更に低減させる必要があると考え、安全なメールの送受信方式を調査した。

#### [安全なメール送受信方式の検討]

L主任は、調査に当たって安全なメール送受信方式のための要件として、次の(i)～(iii)を設定した。

- (i) メールの本文及び添付ファイル（以下、メール内容という）を暗号化できると
- (ii) メール内容は、送信端末と受信端末との間の全ての区間で暗号化されていると
- (iii) 誤送信されたメールの受信者には、メール内容の復号が困難なこと

これら三つの要件を満たす技術について調査した結果、S/MIME (Secure/Multipurpose Internet Mail Extensions) が該当することが分かった。S/MIMEは、K社や販売店で使用しているPCのメールソフトウェア（以下、メーラという）が対応しており導入しやすいとL主任は考えた。

#### [S/MIMEの調査]

まず、L主任はS/MIMEについて調査した。調査によって分かった内容を次に示す。

- ・S/MIMEは、メールに電子署名を付加したり、メール内容を暗号化したりすることによってメールの安全性を高める標準規格の一つである。

- ・メールに電子署名を付加することによって、メーラによる電子署名の検証で、送信者を騙ったなりすましや③メール内容の改ざんが検知できる。公開鍵暗号と共通鍵暗号とを利用してメール内容を暗号化することによって、通信経路での盗聴や誤送信による情報漏えいリスクを低減できる。
- ・S/MIME を使用して電子署名や暗号化を行うために、認証局（以下、CA という）が発行した電子証明書を取得してインストールするなどの事前作業が必要となる。

メールへの電子署名の付加及びメール内容の検証の手順を表 1 に、メール内容の暗号化と復号の手順を表 2 に示す。

表 1 メールへの電子署名の付加及びメール内容の検証の手順

| 送信側 |                                       | 受信側 |                                                       |
|-----|---------------------------------------|-----|-------------------------------------------------------|
| 手順  | 処理内容                                  | 手順  | 処理内容                                                  |
| 1.1 | ハッシュ関数 $h$ によってメール内容のハッシュ値 $x$ を生成する。 | 1.4 | 電子署名を $b$ で復号してハッシュ値 $x$ を取り出す。                       |
| 1.2 | ハッシュ値 $x$ を $a$ で暗号化して電子署名を行う。        | 1.5 | ハッシュ関数 $h$ によってメール内容のハッシュ値 $y$ を生成する。                 |
| 1.3 | 送信者の電子証明書と電子署名付きのメールを送信する。            | 1.6 | 手順 1.4 で取り出したハッシュ値 $x$ と手順 1.5 で生成したハッシュ値 $y$ とを比較する。 |

表 2 メール内容の暗号化と復号の手順

| 送信側 |                                        | 受信側 |                 |
|-----|----------------------------------------|-----|-----------------|
| 手順  | 処理内容                                   | 手順  | 処理内容            |
| 2.1 | 送信者及び受信者が使用する共通鍵を生成し、④共通鍵でメール内容を暗号化する。 | 2.4 | $d$ で共通鍵を復号する。  |
| 2.2 | $c$ で共通鍵を暗号化する。                        | 2.5 | 共通鍵でメール内容を復号する。 |
| 2.3 | 暗号化したメール内容と暗号化した共通鍵を送信する。              |     |                 |

#### [S/MIME 導入に当たっての実施事項の検討]

次に、L 主任は、S/MIME 導入に当たって実施すべき事項について検討した。

メーラは、⑤受信したメールに添付されている電子証明書の正当性について検証する。問題を検出すると、エラーが発生したと警告されるので、エラー発生時の対応方

法をまとめておく必要がある。そのほかに、受信者自身で電子証明書の内容を確認することも、なりすましを発見するのに有効であるので、受信者自身に実施を求める事項もあわせて整理する。

メール内容の暗号化を行う場合は、事前に通信相手との間で電子証明書を交換しておかなければならない。そこで、S/MIME 導入に当たって、S/MIME の適切な運用のために従業員向けの S/MIME の利用手引きを作成して、利用方法を周知することにする。

これらの検討結果を基に、L 主任は S/MIME の導入、導入に当たって実施すべき事項、導入までの間は PPAP の運用上の改善策を実施することなどを提案書にまとめ、情報セキュリティ委員会に提出した。提案内容が承認され S/MIME の導入が決定した。

設問 1 「現在のメール運用の問題点と対策」について答えよ。

- (1) 本文中の下線①によって発生するおそれのある、情報漏えいにつながる問題を、40 字以内で答えよ。
- (2) 本文中の下線②について、盗聴による情報漏えいリスクを低減させる運用上の改善策を、30 字以内で答えよ。

設問 2 「S/MIME の調査」について答えよ。

- (1) 本文中の下線③が検知される手順はどれか。表 1, 2 中の手順の番号で答えよ。
- (2) 表 1, 2 中の 

|   |
|---|
| a |
|---|

 ～ 

|   |
|---|
| d |
|---|

 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 CA の公開鍵 | イ CA の秘密鍵 | ウ 受信者の公開鍵 |
| エ 受信者の秘密鍵 | オ 送信者の公開鍵 | カ 送信者の秘密鍵 |

- (3) 表 2 中の下線④について、メール内容の暗号化に公開鍵暗号ではなく共通鍵暗号を利用する理由を、20 字以内で答えよ。

設問 3 本文中の下線⑤について、電子証明書の正当性の検証に必要な鍵の種類を解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

- |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|
| ア CA の公開鍵 | イ 受信者の公開鍵 | ウ 送信者の公開鍵 |
|-----------|-----------|-----------|

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 バランススコアカードを用いたビジネス戦略策定に関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

X社は、大手の事務機器販売会社である。複写機をはじめ、様々な事務機器を顧客に提供してきた。顧客の事業環境の急激な変化や市場の成熟化によって、X社の利益率は低下傾向であった。そこで、X社の経営陣は、数年前に複数のIT関連の商品やサービスを組み合わせてソリューションとして提供することで、顧客の事業を支援するビジネス（以下、ソリューションビジネスという）を開始し、利益率向上を目指してきた。ソリューションビジネスは拡大し、売上高は全社売上高の60%以上を占めるまでになったが、思うように利益率が向上していない。X社の経営陣は、利益率を向上させて現在5%のROEを10%以上に高め、投資家の期待に応える必要があると考えている。

X社の組織体制には、経営企画室、人材開発本部、ソリューション企画本部（以下、S企画本部という）、営業本部などがある。人事評価制度として、目標管理制度を導入しており、営業担当者は売上高を目標に設定し、達成度を管理している。営業本部がビジネス戦略を立案し、S企画本部が、IT関連の商品やサービスを提供する企業（以下、サービス事業者という）と協業してソリューションを開発していたが、X社の経営陣は、全社レベルで統一され、各本部が組織を横断して連携するビジネス戦略が必要と考えた。

X社の経営陣は、次期中期経営計画の策定に当たって、経営企画室のY室長にソリューションビジネスを拡大し、X社の利益率を向上させるビジネス戦略を立案するよう指示した。

#### 〔ソリューションビジネスの現状分析〕

Y室長は、X社の現状を分析し、次のように認識した。

- ・ソリューションの品ぞろえが少なく、また、顧客価値の低いソリューションや利益率の低いソリューションがある。
- ・新しい商品やサービスを取り扱っても、すぐに競合他社から同じ商品やサービスが販売され、差別化できない。
- ・ソリューションの提案活動では、多くのソリューション事例の知識及び顧客の事業

に関する知識を活用し、顧客の真のニーズを聞き出すスキルが求められるが、そのような知識やスキルをもつ人材（以下、ソリューション人材という）が不足している。その結果、顧客満足度調査では、ソリューション提案を求めても期待するような提案が得られないとの回答もみられる。

- ・ X 社のソリューションビジネスの市場認知度を高める必要があるが、現状では、顧客に訴求できるような情報の発信力が不足している。
- ・ 提案活動の参考になる過去のソリューション事例を、サーバに登録することになっている。しかし、営業担当者は、自らの経験を公開することが人事評価にはつながらないので登録に積極的でなく、現在は蓄積されている件数が少ない。また、有益な情報があっても探すのに時間が掛かり、提案のタイミングを逸して失注している。

#### 〔ビジネス戦略の施策〕

現状分析を踏まえて、Y 室長はビジネス戦略の施策を次のようにまとめ、これらの施策を実施することによって、ROE を 10%以上に伸長させることとした。

##### (1) 人材開発

- ・ ソリューション人材を育成する仕組みを確立する。具体的には、ソリューション人材の営業ノウハウを形式知化して社内で共有するとともに、ソリューション提案の研修を開催し、ソリューションの知識や顧客の真のニーズを聞き出すスキル、課題を発見・解決するスキルが乏しい営業担当者の教育に活用する。
- ・ 人事評価制度を見直し、営業担当者は売上高の目標達成に加えて、ソリューション事例の登録数など、組織全体の営業力を高めることへの貢献度を評価する。また、S 企画本部の担当者に対しては、ソリューションごとの顧客満足度と販売実績の利益率を評価する。さらに、人材開発本部の担当者に対しては、開催した研修によって育成したソリューション人材の人数を評価する。

##### (2) ソリューション開発

- ・ 顧客の事業環境の変化に対応してソリューションの品ぞろえを増やすため、専任チームを立ち上げ、多様な商品やサービスをもつサービス事業者との業務提携を拡大する。業務提携に当たっては、a 権利を、そのサービス事業者から適法に取得することによって他社との差別化を図る。
- ・ 利益率の高いソリューション事例を抽出し、類似する顧客のニーズ・課題及び同規模の予算に適合するソリューションのパターン（以下、ソリューションパター

ンという)を整備する。

(3) 営業活動

- ・ソリューションパターンの提案を増やすことによって、顧客価値と利益率が高いソリューションの売上拡大を図る。
- ・X社のソリューションの市場認知度を高めるために、ソリューション事例を顧客に訴求できる魅力的な情報として発信するなど、コンテンツマーケティングを行う。
- ・顧客の真のニーズを満たす顧客価値を提供するために、営業本部とS企画本部とが協力して開発するソリューションを活用して、営業活動を展開する。

[バランススコアカード]

Y室長は、ビジネス戦略の施策を具体化するために、①各部門の中期経営計画策定担当者を集めて、表1に示すバランススコアカード案を作成した。

表1 バランススコアカード案

| 視点     | 戦略目標                   | 重要成功要因                                                          | 評価指標                                                                                  | アクション                                                                                                                     |
|--------|------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 財務     | ・ROE向上                 | ・利益率の高いソリューションの売上の拡大                                            | ・売上高<br>・営業利益<br>・当期純利益                                                               | ・利益率に基づくソリューションの選別                                                                                                        |
| 顧客     | ・ソリューション提供に対する顧客満足の改善  | ・顧客価値の高いソリューションの提供                                              | ・顧客満足度                                                                                | ・顧客の事業の支援につながるソリューションパターンの活用                                                                                              |
|        | ・ソリューションビジネスの市場認知度の向上  | ・顧客に訴求できる魅力的な情報の発信                                              | ・情報の発信数                                                                               | ・ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">b</span> の実施                                                       |
| 業務プロセス | ・ソリューションの高付加価値化        | ・ソリューション事例の有効活用<br>・他社との差別化                                     | ・ソリューションパターン別の利益率<br>・他社がまねできない商品やサービスの数                                              | ・ソリューション事例の登録の促進とソリューションパターンの整備<br>・ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">a</span> 権利の取得を含めたサービス事業者との契約交渉 |
|        | ・顧客価値と利益率が高いソリューションの提案 | ・ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">c</span> | ・提案件数                                                                                 | ・ソリューションパターンに合わせた提案書の整理                                                                                                   |
|        | ・ソリューションの品ぞろえの増加       | ・顧客の事業環境の変化に関する理解と対応<br>・業務提携の拡大                                | ・ソリューションの品ぞろえの数<br>・ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">d</span> の数 | ・専任チームの編成                                                                                                                 |
| 学習と成長  | ・ソリューション人材の増強          | ・ソリューション提案のスキルの定着                                               | ・ソリューション人材の人数                                                                         | ・ソリューション人材のノウハウの教材化<br>・ソリューション提案の研修の開催                                                                                   |

〔SECI モデルの適用〕

Y 室長は、バランススコアカードのアクションを組織的に推進する仕組みとして、②共同化（Socialization）、表出化（Externalization）、連結化（Combination）、内面化（Internalization）のステップから成る SECI モデルの適用を考え、表 2 に示す活動を抽出した。

表 2 SECI モデルの活動

| 記号 | 活動                                                                       |
|----|--------------------------------------------------------------------------|
| A  | 営業担当者は、ソリューションパターンを活用した営業活動の実経験を通じて、顧客の理解を深める。                           |
| B  | S 企画本部は、ソリューション事例を体系化しソリューションパターンとして社内でも共有し、顧客の真のニーズに基づく営業活動の展開に活用する。    |
| C  | 営業本部において、ソリューション人材とソリューションの提案に必要な知識やスキルが乏しい営業担当者を組んで行動させることで、営業ノウハウを広める。 |
| D  | 営業本部では、ソリューション人材の営業活動の実績を、ソリューション事例として登録し、営業本部内及び S 企画本部と共有する。           |

Y 室長は、SECI モデルの活動を促進するために、新たに経営管理システムに次の機能を追加することにした。

- ・ ③ソリューション事例の登録数・参照数によって、その事例を登録した営業担当者  
にスコアが付与され、組織全体への貢献度を可視化する機能
- ・ ④顧客のニーズ・課題及び予算を入力することで、該当するソリューションパター  
ンとその適用事例を、瞬時に顧客に有効と考えられる順にピックアップする機能

〔財務目標〕

Y 室長は、バランススコアカードに基づき、3 か年の中期経営計画の最終年度の財務目標を設定し、表 3 の年度別損益の比較と表 4 の年度別財務分析指標の比較を作成した。

表3 年度別損益の比較

単位 億円

| 勘定科目           | 基準<br>年度 <sup>1)</sup> | 中期経営計画<br>最終年度 |
|----------------|------------------------|----------------|
| 売上高            | 6,000                  | 7,500          |
| 売上原価           | 5,000                  | 6,100          |
| 売上総利益          | 1,000                  | 1,400          |
| 販売費及び<br>一般管理費 | 880                    | 960            |
| 営業利益           | 120                    | 440            |
| 経常利益           | 120                    | 440            |
| 当期純利益          | 80                     | 300            |

注<sup>1)</sup> 中期経営計画策定年度の前年度を  
基準年度とする。

表4 年度別財務分析指標の比較

| 指標           | 基準<br>年度 <sup>1)</sup> | 中期経営計画<br>最終年度 |
|--------------|------------------------|----------------|
| 売上高当期純利益率(%) | 1.3                    | 4.0            |
| 総資本回転率(回転)   | 1.5                    | 1.5            |
| 自己資本比率(%)    | 40                     | 40             |
| ROA(%)       | 2                      | (省略)           |
| ROE(%)       | 5                      | e              |

注<sup>1)</sup> 中期経営計画策定年度の前年度を基準年度と  
する。

Y 室長は、まとめ上げたビジネス戦略案を含む中期経営計画案を経営会議で説明し、承認を得た。

設問1 「バランススコアカード」について答えよ。

- (1) 本文中の下線①について、バランススコアカード案の作成に当たり、各部門の中期経営計画策定担当者を集めた狙いとは何か。本文中の字句を用いて 25 字以内で答えよ。
- (2) 「ビジネス戦略の施策」の本文及び表 1 中の a に入れる適切な字句を、15 字以内で答えよ。
- (3) 表 1 中の b , d に入れる適切な字句を、それぞれ 15 字以内で答えよ。
- (4) 表 1 中の c 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 顧客への訪問回数を増やす営業活動
- イ サービス事業者との協業によるソリューション開発
- ウ ソリューションパターンを活用した営業活動
- エ 利益率を重視した営業活動

設問2 「SECI モデルの適用」について答えよ。

- (1) 本文中の下線②について、表2の記号A～Dを、SECIモデルの共同化、表出化、連結化、内面化のステップの順序に“,”で区切って並べて答えよ。
- (2) 本文中の下線③について、この機能は、営業担当者のどのような行動を促進できるか。15字以内で答えよ。
- (3) 本文中の下線④について、この機能は、営業担当者の提案活動において、どのような効果を期待できるか。40字以内で答えよ。

設問3 表4中の 

|   |
|---|
| e |
|---|

 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。

問3 2分探索木に関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

2分探索木とは、木に含まれる全てのノードがキー値をもち、各ノードNが次の二つの条件を満たす2分木のことである。ここで、重複したキー値をもつノードは存在しないものとする。

- ・Nの左側の部分木にある全てのノードのキー値は、Nのキー値よりも小さい。
- ・Nの右側の部分木にある全てのノードのキー値は、Nのキー値よりも大きい。

2分探索木の例を図1に示す。図中の数字はキー値を表している。

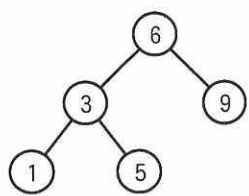


図1 2分探索木の例

2分探索木をプログラムで表現するために、ノードを表す構造体 Node を定義する。構造体 Node の構成要素を表1に示す。

表1 構造体 Node の構成要素

| 構成要素  | 説明          |
|-------|-------------|
| key   | キー値         |
| left  | 左側の子ノードへの参照 |
| right | 右側の子ノードへの参照 |

構造体 Node を新しく生成し、その構造体への参照を変数 p に代入する式を次のように書く。

`p ← new Node(k)`

ここで、引数 k は生成するノードのキー値であり、構成要素 key の初期値となる。構成要素 left 及び right は、参照するノードがないこと（以下、空のノードという）を表す NULL で初期化される。また、生成した p の各構成要素へのアクセスには “.” を用いる。例えば、キー値は p.key でアクセスする。

[2 分探索木におけるノードの探索・挿入]

キー値  $k$  をもつノードの探索は次の手順で行う。

(1) 探索対象の 2 分探索木の根を参照する変数を  $t$  とする。

(2)  $t$  が空のノードであるかを調べる。

(2-1)  $t$  が空のノードであれば、探索失敗と判断して探索を終了する。

(2-2)  $t$  が空のノードでなければ、 $t$  のキー値  $t.key$  と  $k$  を比較する。

・  $t.key = k$  の場合、探索成功と判断して探索を終了する。

・  $t.key > k$  の場合、 $t$  の左側の子ノードを新たな  $t$  として(2)から処理を行う。

・  $t.key < k$  の場合、 $t$  の右側の子ノードを新たな  $t$  として(2)から処理を行う。

キー値  $k$  をもつノード  $K$  の挿入は、探索と同様の手順で根から順にたどっていき、空のノードが見つかった位置にノード  $K$  を追加することで行う。ただし、キー値  $k$  と同じキー値をもつノードが既に 2 分探索木中に存在するときは何もしない。

これらの手順によって探索を行う関数 `search` のプログラムを図 2 に、挿入を行う関数 `insert` のプログラムを図 3 に示す。関数 `search` は、探索に成功した場合は見つかったノードへの参照を返し、失敗した場合は `NULL` を返す。関数 `insert` は、得られた木の根への参照を返す。

```
// t が参照するノードを根とする木から
// キー値が k であるノードを探索する
function search(t, k)
  if(t が NULL と等しい)
    return NULL
  elseif(t.key が k と等しい)
    return t
  elseif(t.key が k より大きい)
    return search(t.left, k)
  else // t.key が k より小さい場合
    return search(t.right, k)
  endif
endfunction
```

図 2 探索を行う関数 `search` のプログラム

```
// t が参照するノードを根とする木に
// キー値が k であるノードを挿入する
function insert(t, k)
  if(t が NULL と等しい)
    t ← new Node(k)
  elseif(t.key が k より大きい)
    t.left ← insert(t.left, k)
  elseif(t.key が k より小さい)
    t.right ← insert(t.right, k)
  endif
  return t
endfunction
```

図 3 挿入を行う関数 `insert` のプログラム

関数 `search` を用いてノードの総数が  $n$  個の 2 分探索木を探索するとき、探索に掛かる最悪の場合の時間計算量（以下、最悪時間計算量という）は  $O(\text{ア})$  であ

る。これは葉を除く全てのノードについて左右のどちらかにだけ子ノードが存在する場合である。一方で、葉を除く全てのノードに左右両方の子ノードが存在し、また、全ての葉の深さが等しい完全な 2 分探索木であれば、最悪時間計算量は  $O(\boxed{\text{イ}})$  となる。したがって、高速に探索するためには、なるべく左右両方の子ノードが存在するように配置して、高さができるだけ低くなるように構成した木であることが望ましい。このような木のことを平衡 2 分探索木という。

#### 〔2 分探索木における回転操作〕

2 分探索木中のノード  $X$  と  $X$  の左側の子ノード  $Y$  について、 $X$  を  $Y$  の右側の子に、元の  $Y$  の右側の部分木を  $X$  の左側の部分木にする変形操作を右回転といい、逆の操作を左回転という。回転操作後も 2 分探索木の条件は維持される。木の回転の様子を図 4 に示す。ここで、 $t_1 \sim t_3$  は部分木を表している。また、根から  $t_1 \sim t_3$  の最も深いノードまでの深さを、図 4(a) では  $d_1 \sim d_3$ 、図 4(b) では  $d_1' \sim d_3'$  でそれぞれ表している。ここで、 $d_1' = d_1 - 1$ 、 $d_2' = d_2$ 、 $d_3' = d_3 + 1$ 、が成り立つ。

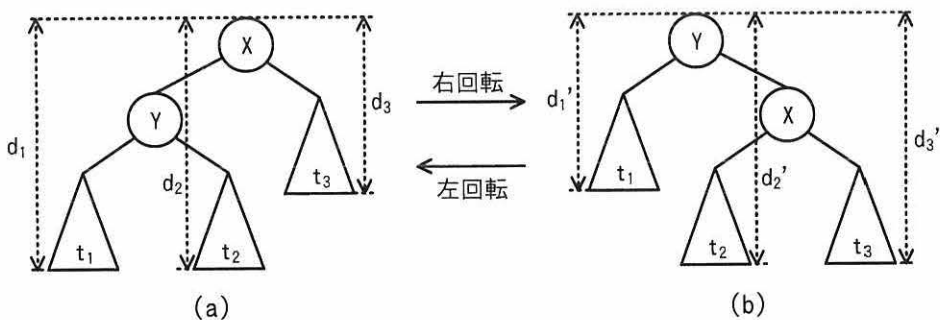


図 4 木の回転の様子

右回転を行う関数 `rotateR` のプログラムを図 5 に、左回転を行う関数 `rotateL` のプログラムを図 6 に示す。これらの関数は、回転した結果として得られた木の根への参照を返す。

```
// t が参照するノードを根とする木に対して
// 右回転を行う
function rotateR(t)
  a ← t.left
  b ← a.right
  a.right ← t
  t.left ← b
  return a
endfunction
```

図 5 右回転を行う関数 rotateR のプログラム

```
// t が参照するノードを根とする木に対して
// 左回転を行う
function rotateL(t)
  a ← t.right
  b ← a.left
  a.left ← t
  t.right ← b
  return a
endfunction
```

図 6 左回転を行う関数 rotateL のプログラム

### 〔回転操作を利用した平衡 2 分探索木の構成〕

全てのノードについて左右の部分木の高さの差が 1 以下という条件（以下、条件 Bal という）を考える。条件 Bal を満たす場合、完全ではないときでも比較的左右均等にノードが配置された木になる。

条件 Bal を満たす 2 分探索木 W に対して図 3 の関数 insert を用いてノードを挿入した 2 分探索木を W' とすると、ノードが挿入される位置によっては左右の部分木の高さの差が 2 になるノードが生じるので、W' は条件 Bal を満たさなくなることがある。その場合、挿入したノードから根まで、親をたどった各ノード T に対して順に次の手順を適用することで、条件 Bal を満たすように W' を変形することができる。

#### (1) T の左側の部分木の高さが T の右側の部分木の高さより 2 大きい場合

T を根とする部分木に対して右回転を行う。ただし、T の左側の子ノード U について、U の右側の部分木の方が U の左側の部分木よりも高い場合は、先に U を根とする部分木に対して左回転を行う。

#### (2) T の右側の部分木の高さが T の左側の部分木の高さより 2 大きい場合

T を根とする部分木に対して左回転を行う。ただし、T の右側の子ノード V について、V の左側の部分木の方が V の右側の部分木よりも高い場合は、先に V を根とする部分木に対して右回転を行う。

この手順(1)、(2)によって木を変形する関数 balance のプログラムを図 7 に、関数 balance を適用するように関数 insert を修正した関数 insertB のプログラムを図 8 に示す。ここで、関数 height は、引数で与えられたノードを根とする木の高さを返す関数である。関数 balance は、変形の結果として得られた木の根への参照を返す。

```

// t が参照するノードを根とする木を
// 条件 Bal を満たすように変形する
function balance(t)
  h1 ← height(t.left) - height(t.right)
  if(  )
    h2 ← 
    if(h2 が 0 より大きい)
      t.left ← rotateL(t.left)
    endif
    t ← rotateR(t)
  elseif(  )
    h3 ← 
    if(h3 が 0 より大きい)
      t.right ← rotateR(t.right)
    endif
    t ← rotateL(t)
  endif
  return t
endfunction

```

図 7 関数 balance のプログラム

```

// t が参照するノードを根とする木に
// キー値が k であるノードを挿入する
function insertB(t, k)
  if(t が NULL と等しい)
    t ← new Node(k)
  elseif(t.key が k より大きい)
    t.left ← insertB(t.left, k)
  elseif(t.key が k より小さい)
    t.right ← insertB(t.right, k)
  endif
  t ← balance(t) // 追加
  return t
endfunction

```

図 8 関数 insertB のプログラム

条件 Bal を満たすノードの総数が  $n$  個の 2 分探索木に対して関数 insertB を実行した場合、挿入に掛かる最悪時間計算量は  $O(\text{  })$  となる。

設問 1 本文中の  ,  に入れる適切な字句を答えよ。

設問 2 〔回転操作を利用した平衡 2 分探索木の構成〕について答えよ。

(1) 図 7 中の  ~  に入れる適切な字句を答えよ。

(2) 図 1 の 2 分探索木の根を参照する変数を  $r$  としたとき、次の処理を行うことで生成される 2 分探索木を図示せよ。2 分探索木は図 1 に倣って表現すること。

insertB(insertB( $r$ , 4), 8)

(3) 本文中の  に入れる適切な字句を答えよ。なお、図 7 中の関数 height の処理時間は無視できるものとする。

〔 メ モ 用 紙 〕

問4 システム統合の方式設計に関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

C社とD社は中堅の家具製造販売業者である。市場シェアの拡大と利益率の向上を図るために、両社は合併することになった。存続会社はC社とするものの、対等な立場での合併である。合併に伴う基幹システムの統合は、段階的に進める方針である。将来的には基幹システムを全面的に刷新して業務の統合を図っていく構想ではあるが、より早期に合併の効果を出すために、両社の既存システムを極力活用して、業務への影響を必要最小限に抑えることにした。

〔合併前のC社の基幹システム〕

C社は全国のショッピングセンターを顧客とする販売網を構築しており、安価な価格帯の家具を量産・販売している。生産方式は見込み生産方式である。生産した商品は在庫として倉庫に入庫する。受注は、顧客のシステムと連携したEDIを用いて、日次で処理している。受注した商品は、在庫システムで引き当てた上で、配送システムが配送伝票を作成し、配送業者に配送を委託する。月初めに、顧客のシステムと連携したEDIで、前月納品分の代金を請求している。

合併前のC社の基幹システム（抜粋）を表1に示す。

表1 合併前のC社の基幹システム（抜粋）

| システム名  | 主な機能                                              | 主なマスターデータ                  | システム間連携 |        |      | システム構成        |
|--------|---------------------------------------------------|----------------------------|---------|--------|------|---------------|
|        |                                                   |                            | 連携先システム | 連携する情報 | 連携頻度 |               |
| 販売システム | ・受注（EDI）<br>・販売実績管理（月次）<br>・請求（EDI）<br>・売上計上      | ・顧客マスタ                     | 会計システム  | 売上情報   | 日次   | オンプレミス（ホスト系）  |
|        |                                                   |                            | 生産システム  | 受注情報   | 日次   |               |
| 生産システム | ・生産計画作成（日次）<br>・原材料・仕掛品管理<br>・作業管理<br>・生産実績管理（日次） | ・品目マスタ<br>・構成マスタ<br>・工程マスタ | 会計システム  | 原価情報   | 日次   | オンプレミス（オープン系） |
|        |                                                   |                            | 購買システム  | 購買指示情報 | 日次   |               |
|        |                                                   |                            | 在庫システム  | 入出庫情報  | 日次   |               |
| 購買システム | ・発注<br>・買掛管理<br>・購買先管理                            | ・購買先マスタ                    | 会計システム  | 買掛情報   | 月次   | オンプレミス（オープン系） |
| 在庫システム | ・入出庫管理<br>・在庫数量管理                                 | ・倉庫マスタ                     | 生産システム  | 在庫状況情報 | 日次   | オンプレミス（オープン系） |
|        |                                                   |                            | 配送システム  | 出荷指示情報 | 日次   |               |

表 1 合併前の C 社の基幹システム（抜粋）（続き）

| システム名  | 主な機能                             | 主なマスタデータ | システム間連携 |        |      | システム構成             |
|--------|----------------------------------|----------|---------|--------|------|--------------------|
|        |                                  |          | 連携先システム | 連携する情報 | 連携頻度 |                    |
| 配送システム | ・配送伝票作成<br>・配送先管理                | ・配送区分マスタ | 販売システム  | 出荷情報   | 日次   | オンプレミス<br>（オープン系）  |
|        |                                  |          | 会計システム  | 配送経費情報 | 月次   |                    |
| 会計システム | ・原価計算<br>・一般財務会計処理<br>・支払（振込、手形） | ・勘定科目マスタ | （省略）    |        |      | クラウドサービス<br>（SaaS） |

## 〔合併前の D 社の基幹システム〕

D 社は大手百貨店やハウスメーカーのインテリア展示場にショールームを兼ねた販売店舗を設けており、個々の顧客のニーズに合ったセミオーダーメイドの家具を製造・販売している。生産方式は受注に基づく個別生産方式であり、商品の在庫はもたない。顧客の要望に基づいて家具の価格を見積もった上で、見積内容の合意後に電子メールやファックスで注文を受け付け、従業員が端末で受注情報を入力する。受注した商品を生産後、販売システムを用いて請求書を作成し、商品に同梱<sup>こん</sup>する。また、配送システムを用いて配送伝票を作成し、配送業者に配送を委託する。

合併前の D 社の基幹システム（抜粋）を表 2 に示す。

表 2 合併前の D 社の基幹システム（抜粋）

| システム名  | 主な機能                                              | 主なマスタデータ                   | システム間連携 |        |      | システム構成            |
|--------|---------------------------------------------------|----------------------------|---------|--------|------|-------------------|
|        |                                                   |                            | 連携先システム | 連携する情報 | 連携頻度 |                   |
| 販売システム | ・見積<br>・受注（手入力）<br>・請求（請求書発行）<br>・売上計上            | ・顧客マスタ                     | 会計システム  | 売上情報   | 日次   | オンプレミス<br>（オープン系） |
|        |                                                   |                            | 生産システム  | 受注情報   | 週次   |                   |
| 生産システム | ・生産計画作成（週次）<br>・原材料・仕掛品管理<br>・作業管理<br>・生産実績管理（週次） | ・品目マスタ<br>・構成マスタ<br>・工程マスタ | 会計システム  | 原価情報   | 週次   | オンプレミス<br>（オープン系） |
|        |                                                   |                            | 購買システム  | 購買指示情報 | 週次   |                   |
|        |                                                   |                            | 配送システム  | 出荷指示情報 | 週次   |                   |
| 購買システム | ・発注<br>・買掛管理<br>・購買先管理                            | ・購買先マスタ                    | 会計システム  | 買掛情報   | 月次   | オンプレミス<br>（オープン系） |
| 配送システム | ・配送伝票作成<br>・配送先管理                                 | ・配送区分マスタ                   | 販売システム  | 出荷情報   | 日次   | オンプレミス<br>（オープン系） |
|        |                                                   |                            | 会計システム  | 配送経費情報 | 月次   |                   |
| 会計システム | ・原価計算<br>・一般財務会計処理<br>・支払（振込）                     | ・勘定科目マスタ                   | （省略）    |        |      | オンプレミス<br>（ホスト系）  |

#### 〔合併後のシステムの方針〕

直近のシステム統合に向けて、次の方針を策定した。

- ・重複するシステムのうち、販売システム、購買システム、配送システム及び会計システムは、両社どちらかのシステムを廃止し、もう一方のシステムを継続利用する。
- ・両社の生産方式は合併後も変更しないので、両社の生産システムを存続させた上で、極力修正を加えずに継続利用する。
- ・在庫システムは、C社のシステムを存続させた上で、極力修正を加えずに継続利用する。
- ・今後の保守の容易性やコストを考慮し、汎用機を用いたホスト系システムは廃止する。
- ・①廃止するシステムの固有の機能については、処理の仕様を変更せず、継続利用するシステムに移植する。
- ・両社のシステム間で新たな連携が必要となる場合は、インタフェースを新たに開発する。
- ・マスタデータについては、継続利用するシステムで用いているコード体系に統一する。重複するデータについては、重複を除いた上で、継続利用するシステム側のマスタへ集約する。

#### 〔合併後のシステムアーキテクチャ〕

合併後のシステムの方針に従ってシステムアーキテクチャを整理した。合併後のシステム間連携（一部省略）を図 1 に、新たなシステム間連携の一覧を表 3 に示す。

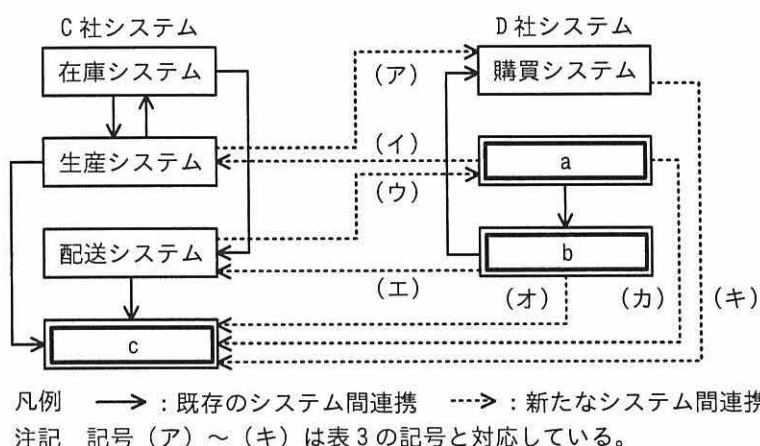


図 1 合併後のシステム間連携（一部省略）

表 3 新たなシステム間連携の一覧

| 記号  | 連携元システム                                                            | 連携先システム                                                            | 連携する情報                                                        | 連携頻度                                                          |
|-----|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| (ア) | C 社の生産システム                                                         | D 社の購買システム                                                         | 購買指示情報                                                        | 日次                                                            |
| (イ) | D 社の <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">a</span> | C 社の生産システム                                                         | 受注情報                                                          | 日次                                                            |
| (ウ) | C 社の配送システム                                                         | D 社の <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">a</span> | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">d</span> | 日次                                                            |
| (エ) | D 社の <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">b</span> | C 社の配送システム                                                         | 出荷指示情報                                                        | 週次                                                            |
| (オ) | D 社の <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">b</span> | C 社の <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">c</span> | 原価情報                                                          | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">e</span> |
| (カ) | D 社の <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">a</span> | C 社の <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">c</span> | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">f</span> | 日次                                                            |
| (キ) | D 社の購買システム                                                         | C 社の <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">c</span> | 買掛情報                                                          | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">g</span> |

#### 〔合併後のシステムアーキテクチャのレビュー〕

合併後のシステムアーキテクチャについて、両社の有識者を集めてレビューを実施したところ、次の指摘事項が挙げた。

- ・ ②C 社の会計システムが SaaS を用いていることから、インタフェースが D 社の各システムからデータを受け取り得る仕様を備えていることをあらかじめ調査すること。

指摘事項に対応して、問題がないことを確認し、方式設計を完了した。

設問 1 「合併後のシステムアーキテクチャ」について答えよ。

- (1) 図 1 及び表 3 中の 

|   |
|---|
| a |
|---|

 ～ 

|   |
|---|
| c |
|---|

 に入れる適切な字句を答えよ。
- (2) 表 3 中の 

|   |
|---|
| d |
|---|

 ～ 

|   |
|---|
| g |
|---|

 に入れる適切な字句を答えよ。

設問 2 本文中の下線①について答えよ。

- (1) 移植先は、どちらの会社のどのシステムか。会社名とシステム名を答えよ。
- (2) 移植する機能を、表 1 及び表 2 の主な機能の列に記載されている用語を用いて全て答えよ。

設問 3 本文中の下線②の指摘事項が挙げた適切な理由を、オンプレミスのシステムとの違いの観点から 40 字以内で答えよ。

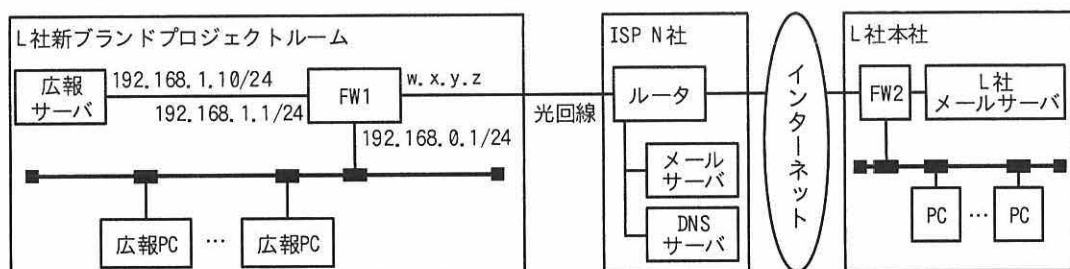
〔メモ用紙〕

問5 メールサーバの構築に関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

L 社は、複数の衣料品ブランドを手がけるアパレル会社である。L 社では、顧客層を拡大するために、新しい衣料品ブランド（以下、新ブランドという）を立ち上げることにした。新ブランドの立ち上げに向けて、L 社の社員 20 名で構成するプロジェクトチームを結成し、都内のオフィスビルにプロジェクトルームを新設した。新ブランドの知名度向上のために新ブランド用 Web サイトと新ブランド用メールアドレスを利用した電子メール（以下、メールという）による広報を計画しており、プロジェクトチームの M さんが、Web サーバ機能とメールサーバ機能を有する広報サーバを構築することになった。

〔プロジェクトルームのネットワーク設計〕

M さんは、新ブランドのプロジェクトチームのメンバーが各メンバーに配布された PC（以下、広報 PC という）を利用して、新ブランド用 Web サイトの更新や、新ブランド用メールアドレスによるメールの送受信を行う設計を考えた。M さんが考えたネットワーク構成（抜粋）を図 1 に示す。



注記1 w.x.y.z はグローバル IP アドレスを示す。

注記2 FW はファイアウォールを示す。

図1 ネットワーク構成（抜粋）

M さんが考えたネットワーク構成は次のとおりである。

- ・プロジェクトルーム内に広報サーバを設置し、FW1 に接続する。
- ・インターネット接続は、ISP N 社のサービスを利用し、N 社と FW1 とを光回線で接続する。

- ・ 広報サーバのメールサーバ機能は、SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) によるメール送信機能と POP (Post Office Protocol) によるメール受信機能の二つの機能を実装する。
- ・ FW1 に NATP (Network Address Port Translation) の設定と、インターネット上の機器から広報サーバにメールと Web の通信だけができるように、インターネットから FW1 宛てに送信された IP パケットのうち、a ポート番号が 25, 80, 又は b の IP パケットだけを、広報サーバの IP アドレスに転送する設定を行う。

N 社のインターネット接続サービスでは、N 社の DNS サーバを利用した名前解決の機能と、N 社のメールサーバを中継サーバとして N 社のネットワーク外へメールを転送する機能が提供されている。

#### 〔新ブランドのドメイン名取得と DNS の設計〕

新ブランドのドメイン名として “example.jp” を取得し、広報サーバを Web サーバとメールサーバとして利用できるように、N 社の DNS サーバにホスト名や IP アドレスなどのゾーン情報を設定することを考えた。DNS サーバに設定するゾーン情報（抜粋）を図 2 に示す。

|                  |             |             |    |       |                                                                    |              |
|------------------|-------------|-------------|----|-------|--------------------------------------------------------------------|--------------|
| @ORIGIN          | example.jp. | \$TTL 86400 | IN | SOA   | ns.example.jp.                                                     | ※省略          |
|                  |             |             | IN | NS    |                                                                    | ※省略          |
|                  |             |             | IN | MX    | 10 <span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;">c</span> | .example.jp. |
| www.example.jp.  |             |             | IN | CNAME | serv.example.jp.                                                   |              |
| serv.example.jp. |             |             | IN | A     | <span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;">d</span>    |              |

図 2 DNS サーバに設定するゾーン情報（抜粋）

#### 〔メール送受信のテスト〕

M さんの設計が承認され、ネットワークの工事及び広報サーバの設定が完了した。新ブランドのメール受信のテストのために、M さんは、L 社本社の PC を用いて L 社の自分のメールアドレスから新ブランドの自分のメールアドレスである syainM@example.jp へメールを送信し、エラーなくメールが送信できることを確認した。次に、新ブランドプロジェクトルームの広報 PC のメールソフトウェアに受信メ

ールサーバとして serv.example.jp, POP3 のポート番号として 110 番ポートを設定し、メール受信のテストを行った。しかし、メールソフトウェアのメール受信ボタンを押してもエラーが発生し、メールを受信できなかった。広報サーバのログを確認したところ、広報 PC からのアクセスはログに記録されていなかった。

M さんは、設定の誤りに気づき、①メールの受信エラーの問題を修正してメールが受信できることを確認した後に、広報 PC からメール送信のテストを行った。テストの結果、新ブランドの管理者のメールアドレスである kanriD@example.jp から syainM@example.jp 宛てのメールは届いたが、kanriD@example.jp からインターネット上の他ドメインのメールアドレス宛てのメールは届かなかった。広報サーバのログを確認したところ、N 社のネットワークを経由した宛先ドメインのメールサーバへの TCP コネクションの確立に失敗したことを示すメッセージが記録されていた。

調査の結果、他ドメインのメールアドレス宛てのメールが届かなかった事象は、N 社の②OP25B (Outbound Port 25 Blocking) と呼ばれる対策によるものであることが分かった。OP25B は、N 社からインターネット宛てに送信される宛先ポート番号が 25 の IP パケットのうち、N 社のメールサーバ以外から送信された IP パケットを遮断する対策である。このセキュリティ対策に対応するため、③広報サーバに必要な設定を行い、インターネット上の他ドメインのメールアドレス宛てのメールも届くことを確認した。

#### [メールサーバのセキュリティ対策]

広報サーバが大量のメールを送信する踏み台サーバとして不正利用されないために、メールの送信を許可する接続元のネットワークアドレスとして e /24 を広報サーバに設定する対策を行った。また、プロジェクトチームのメンバーのメールアドレスとパスワードを利用して、広報 PC からメール送信時に広報サーバで SMTP 認証を行う設定を追加した。

その後、M さんは広報サーバとネットワークの構築を完了させ、L 社は新ブランドの広報を開始した。

設問1 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 21  | イ 22 | ウ 23  |
| エ 443 | オ 宛先 | カ 送信元 |

設問2 図2中の  ,  に入れる適切な字句を、図1及び図2中の字句を用いて答えよ。

設問3 [メール送受信のテスト] について答えよ。

- (1) 本文中の下線①について、エラーの問題を修正するために変更したメールソフトウェアの設定項目を 15 字以内で答えよ。また、変更後の設定内容を図1、図2中の字句を用いて答えよ。
- (2) 本文中の下線②について、0P25B によって軽減できるサイバーセキュリティ上の脅威は何か、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 広報PCが第三者のWebサービスへのDDoS攻撃の踏み台にされる。
- イ 広報PCに外部からアクセス可能なバックドアを仕掛けられる。
- ウ 広報サーバが受信したメールを不正に参照される。
- エ スパムメールの送信に広報サーバが利用される。

- (3) 本文中の下線③について、広報サーバに行う設定を、図1中の機器名を用いて 35 字以内で答えよ。

設問4 本文中の  に入れる適切なネットワークアドレスを答えよ。

問6 在庫管理システムに関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

M社は、ネットショップで日用雑貨の販売を行う企業である。M社では、在庫管理について次の課題を抱えている。

- ・在庫が足りない商品の注文を受けることができず、機会損失につながっている。
- ・商品の仕入れの間隔や個数を調整する管理サイクルが長く、余計な在庫を抱える傾向にある。

〔現状の在庫管理〕

現在、在庫管理を次のように行っている。

- ・商品の注文を受けた段階で、出荷先に最も近い倉庫を見つけて、その倉庫の在庫から注文個数を引き当てる。この引き当てられた注文個数を引当済数という。各倉庫において、引き当てられた各商品単位の個数の総計を引当済総数という。
- ・実在庫数から引当済総数を引いたものを在庫数といい、在庫数以下の注文個数の場合だけ注文を受け付ける。
- ・商品が倉庫に入荷すると、入荷した商品の個数を実在庫数に足し込む。
- ・倉庫から商品を出荷すると、出荷個数を実在庫数から引くとともに引当済総数からも引くことで、引き当ての消し込みを行う。

M社では、月末の月次バッチ処理で毎月の締めめの在庫数と売上個数を記録した分析用の表を用いて、商品ごとの在庫数と売上個数の推移を評価している。

また、期末に商品の在庫回転日数を集計して、来期の仕入れの間隔や個数を調整している。

M社では、商品の在庫回転日数を、簡易的に次の式で計算している。

|                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------|
| $\text{在庫回転日数} = \text{期間内の平均在庫数} \times \text{期間内の日数} \div \text{期間内の売上個数}$ |
|------------------------------------------------------------------------------|

在庫回転日数の計算において、現状では、期間内の平均在庫数として12か月分の締めめの在庫数の平均値を使用している。

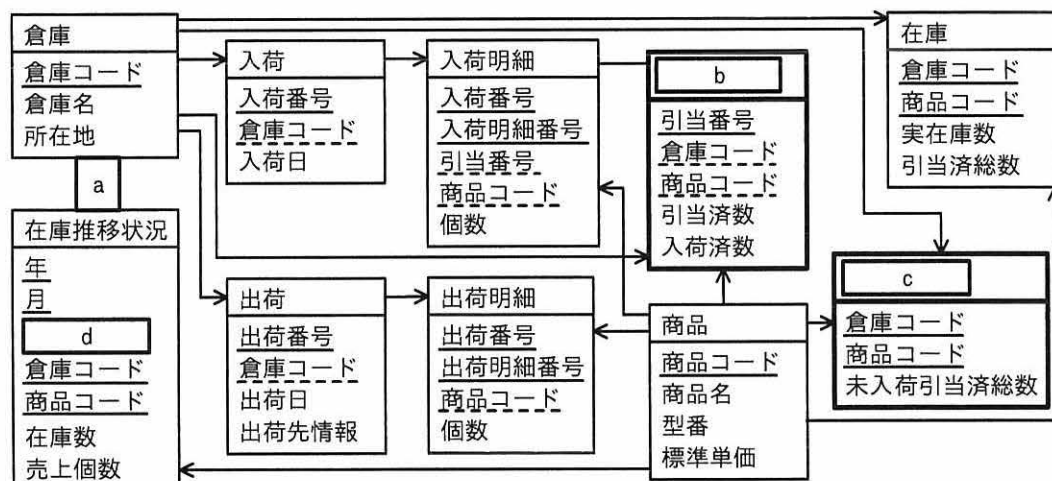
現状の在庫管理システムのE-R図（抜粋）を図1に示す。



後の在庫管理システムの E-R 図（抜粋）を図 2 に示す。

表 1 追加するエンティティ

| エンティティ名 | 内容                               |
|---------|----------------------------------|
| 引当情報    | 予約注文を受けた商品の個数と入荷済となった商品の個数を管理する。 |
| 引当予定    | 予約注文を受けた商品の、未入荷の引当済数の総計を管理する。    |



注記 新規に追加したエンティティは太枠で表す。

図 2 改修後の在庫管理システムの E-R 図（抜粋）

在庫管理システムにおける予約注文を受けた商品の個数に関する処理内容を表 2 に示す。

表 2 在庫管理システムにおける予約注文を受けた商品の個数に関する処理内容

| 処理タイミング          | 処理内容                                                                                                                                               |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 予約注文を受けたとき       | 引当情報エンティティのインスタンスを生成して、引当済数には注文を受けた商品の個数を、入荷済数には 0 を設定する。<br>引当予定エンティティの未入荷引当済総数に注文を受けた商品の個数を足す。                                                   |
| 予約注文された商品が入荷したとき | <b>e</b> エンティティの未入荷引当済総数から入荷した商品の個数を引く。<br><b>f</b> エンティティの実在庫数と引当済総数に入荷した商品の個数を足す。<br>入荷した商品の個数を <b>g</b> エンティティの個数に設定し、引当情報エンティティの <b>h</b> に足す。 |
| 予約注文された商品を出荷したとき | 出荷した商品の個数を出荷明細エンティティの個数に設定し、在庫エンティティの商品の実在庫数及び引当済総数から引く。                                                                                           |

## 〔在庫の評価〕

より正確かつ迅速に在庫回転日数を把握するために、在庫推移状況エンティティから、期間を 1 週間（7 日間）として、倉庫コード、商品コードごとに、各年月日の 6 日前から当日までの平均在庫数及び売上個数で在庫回転日数を集計することにする。

可読性を良くするために、SQL 文にはウィンドウ関数を使用することにする。

ウィンドウ関数を使うと、FROM 句で指定した表の各行ごとに集計が可能であり、各行ごとに集計期間が異なるような移動平均も簡単に求めることができる。ウィンドウ関数で使用する構文（抜粋）を図 3 に示す。

```
<ウィンドウ関数>::=
  <ウィンドウ関数名>(<列>) OVER {<ウィンドウ名> | (<ウィンドウ指定>)}

<WINDOW 句>::=
  WINDOW <ウィンドウ名> AS (<ウィンドウ指定>) [{, <ウィンドウ名> AS (<ウィンドウ指定>)}...]

<ウィンドウ指定>::=
  [<PARTITION BY 句>] [<ORDER BY 句>] [<ウィンドウ枠>]

<PARTITION BY 句>::=
  PARTITION BY <列> [{, <列>}...]
```

注記 1 OVER の後に(<ウィンドウ指定>)を記載する代わりに、WINDOW 句で名前を付けて、<ウィンドウ名>で参照することができる。

注記 2 PARTITION BY 句は指定した列の値ごとに同じ値をもつ行を部分集合としてパーティションにまとめるオプションである。

注記 3 ウィンドウ枠の例として、ROWS BETWEEN n PRECEDING AND CURRENT ROW と記載した場合は、n 行前(n PRECEDING)から現在行(CURRENT ROW)までの範囲を対象として集計することを意味する。

注記 4 ... は、省略符号を表し、式中で使用される要素を任意の回数繰り返してもよいことを示す。

図 3 ウィンドウ関数で使用する構文（抜粋）

ウィンドウ関数を用いて、倉庫コード、商品コードごとに、各年月日の 6 日前から当日までの平均在庫数及び売上個数を集計する SQL 文を図 4 に示す。

```

SELECT 年, 月, 日, 倉庫コード, 商品コード,
       AVG(在庫数) [i] 期間定義 AS 平均在庫数,
       SUM(売上個数) [i] 期間定義 AS 期間内売上個数
FROM 在庫推移状況
WINDOW 期間定義 AS (
    PARTITION BY 倉庫コード, 商品コード
    [j] 年, 月, 日 ASC
    ROWS BETWEEN 6 PRECEDING AND CURRENT ROW
)

```

図 4 倉庫コード、商品コードごとに、各年月日の 6 日前から当日までの平均在庫数及び売上個数を集計する SQL 文

設問 1 図 1 及び図 2 中の [a] 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。

設問 2 「在庫管理システム改修内容」について答えよ。

(1) 図 2 中の [b], [c] に入れる適切なエンティティ名を表 1 中のエンティティ名を用いて答えよ。

(2) 図 2 中の [d] に入れる、在庫推移状況エンティティに追加すべき適切な属性名を答えよ。なお、属性名の表記は図 1 の凡例に倣うこと。

(3) 表 2 中の [e] ~ [h] に入れる適切な字句を答えよ。

設問 3 図 4 中の [i], [j] に入れる適切な字句を答えよ。

〔 メ モ 用 紙 〕

問7 トマトの自動収穫を行うロボットに関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

G社は、温室で栽培されているトマトの自動収穫を行うロボット（以下、収穫ロボットという）を開発している。収穫ロボットの外観を図1に、収穫ロボットのシステム構成を図2に、収穫ロボットの主な構成要素を表1に、収穫ロボットの状態遷移の一部を図3に示す。

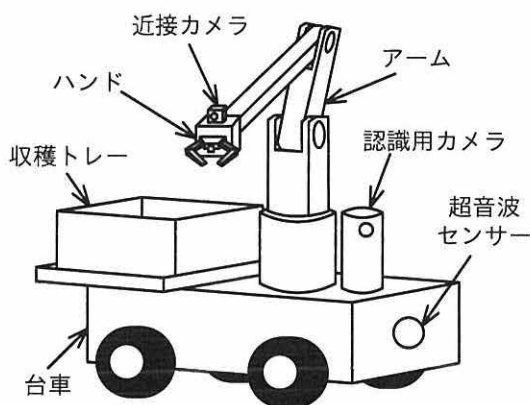
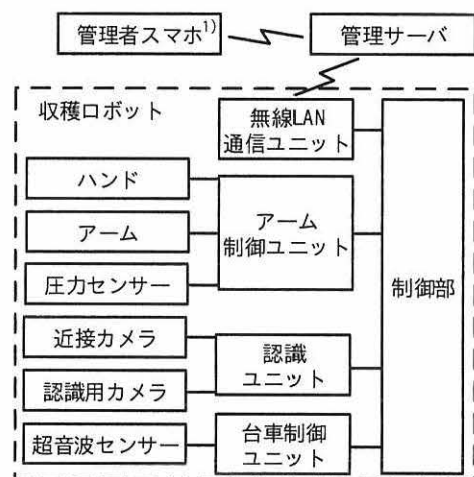


図1 収穫ロボットの外観



注<sup>1)</sup> 管理者が持つスマートフォンである。

図2 収穫ロボットのシステム構成

表1 収穫ロボットの主な構成要素

| 構成要素名       | 機能概要                                        |
|-------------|---------------------------------------------|
| 制御部         | ・収穫ロボット全体を制御する。                             |
| アーム制御ユニット   | ・アームとハンドによる収穫動作を制御する。                       |
| 認識ユニット      | ・認識用カメラで撮影した画像を処理する。<br>・近接カメラで撮影した画像を処理する。 |
| 台車制御ユニット    | ・台車の走行を制御する。<br>・超音波センサーの検知結果を処理する。         |
| 無線LAN通信ユニット | ・制御部と管理サーバとの通信を制御する。                        |

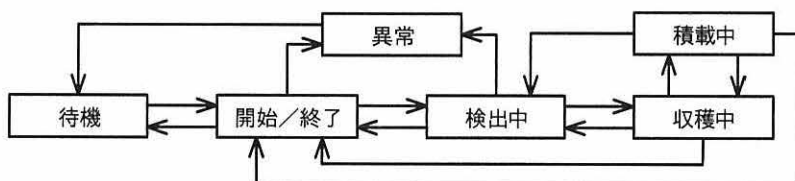


図3 収穫ロボットの状態遷移の一部

## 〔収穫ロボットの動作概要〕

収穫ロボットの動作概要を次に示す。

- ・ 収穫ロボットは、管理者スマホから管理サーバを介して収穫開始の指示を受けると、状態を待機状態から開始／終了状態に遷移させ、あらかじめ管理サーバから設定された経路（待機位置→収穫開始位置→収穫終了位置→待機位置）に沿って温室内を 50cm／秒の速度で移動を開始する。
- ・ 待機位置から収穫開始位置まで移動すると、状態を検出中状態に遷移させ、認識用カメラで撮影したトマトの画像の解析を行いながら移動を続ける。収穫に適したトマトを検出すると、移動を停止して状態を収穫中状態に遷移させ、収穫を行う。
- ・ 認識ユニットの解析結果から、ハンドを収穫対象のトマトに近づけ、近接カメラで撮影した画像でハンドの位置を補正して収穫を行う。
- ・ ハンドには圧力センサーが取り付けられており、トマトを傷つけないように把持<sup>はじ</sup>できる。トマトを把持した後、ハンドの先端にあるカッターでトマトの柄の部分<sup>はじ</sup>を切断して収穫する。
- ・ トマトを柄から切り離して把持できた場合、収穫成功と判断し、状態を積載中状態に遷移させ、収穫したトマトを近接カメラで撮影した画像から判定した収穫トレーの空き領域に載せる。
- ・ トマトを収穫トレーに載せた後、更に収穫に適したトマトが残っており、かつ、収穫トレーに空き領域が残っていれば、状態を積載中状態から収穫中状態に遷移させ、検出している全てのトマトを収穫するか収穫トレーの空き領域がなくなるまで収穫動作を繰り返す。
- ・ トマトを柄から切り離すことができなかった場合や切り離した後にハンドから落とした場合などは収穫失敗と判断し、収穫中状態のまま、検出している次のトマトの収穫を行う。
- ・ 検出している全てのトマトに対して収穫動作を終えると、収穫を終えたときの状態と収穫ロボットの経路上の位置、収穫トレーの空き領域の状況から次の状態遷移先と動作を決定する。
- ・ 収穫終了位置で、収穫に適したトマトを検出していない場合は、収穫を終了し、待機位置へ移動する。
- ・ 収穫ロボットは動作状況や収穫状況などの情報を定期的に管理サーバに送信する。

- ・管理者は管理者スマホを使用して管理サーバに保管されている情報を参照することができる。
- ・収穫ロボットが移動中に、台車の先頭に取り付けられた超音波センサーが、進路上 1m 以内の距離にある障害物を検知すると移動を停止し、状態を異常状態に遷移させ、管理サーバを介して管理者スマホに警告メッセージを送信する。

#### 〔アームの関節部について〕

アームには、軸 1、軸 2、軸 3 の三つの回転軸があり、それぞれの回転軸にはサーボモーターが使用されている。サーボモーターは PWM 方式で、入力する制御パルスのデューティ比によって回転する角度を制御する。

サーボモーターの仕様を表 2 に、各サーボモーターの制御角とアームの可動範囲を図 4 に示す。サーボモーターは、制御パルス幅 1.0 ミリ秒の場合、制御角が -90 度（反時計回りに 90 度）に、制御パルス幅 11.0 ミリ秒の場合、制御角が 90 度（時計回りに 90 度）になるように回転する。

表 2 サーボモーターの仕様

| 項目       | 仕様               |
|----------|------------------|
| PWM サイクル | 20 ミリ秒           |
| 制御パルス幅   | 1.0 ミリ秒～11.0 ミリ秒 |
| 制御角      | -90 度～90 度       |

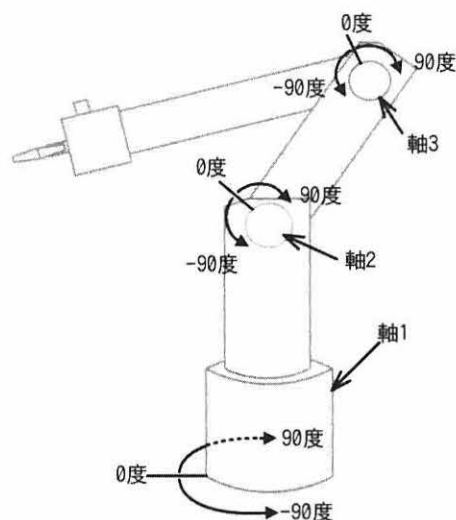


図 4 各サーボモーターの制御角とアームの可動範囲

〔制御部のソフトウェア構成について〕

収穫ロボットの制御部では、リアルタイム OS を使用する。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       | ・収穫ロボットの状態管理を行う。                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| アーム制御     | ・認識タスクからの情報を用いてアームとハンドを制御し、収穫対象のトマトを収穫する。<br>・トマト収穫の成否をメインタスクに通知する。<br>・認識タスクからの情報を用いてアームとハンドを制御し、収穫したトマトを収穫トレーの空き領域に載せる。                                                                                                                                                        |
| 認識        | ・認識用カメラで撮影したトマトの画像を解析し、収穫に適したトマトを判定する。<br>・収穫に適したトマトを検出したことをメインタスクに通知する。<br>・収穫に適したトマトのうち 1 個を収穫するために必要な情報を、認識用カメラと近接カメラで撮影したトマトの画像から求め、アーム制御タスクに通知する。<br>・近接カメラで撮影した収穫トレーの画像から収穫トレーの空き領域の情報をアーム制御タスクと <span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;">a</span> タスクに通知する。 |
| 台車制御      | ・メインタスクの指示に従って台車の走行制御を行う。<br>・超音波センサーの検知結果に従って台車を停止させ、メインタスクに異常を通知する。                                                                                                                                                                                                            |
| 無線 LAN 通信 | ・管理サーバを介して受信した管理者スマホからの指示をメインタスクに通知する。<br>・メインタスクの指示に従って収穫ロボットの動作状況を管理サーバに通知する。                                                                                                                                                                                                  |

設問 1 収穫ロボットの状態遷移について答えよ。

- (1) 収穫終了位置まで移動したときに開始／終了状態への状態遷移が発生するのはどのような場合か。25 字以内で答えよ。
- (2) 収穫終了位置で、収穫に適した 2 個のトマトを検出した。2 個目のトマトの把持に失敗したとき、1 個目のトマトの収穫を開始した時点から 2 個目のトマトの把持に失敗して次の動作に移るまでの状態遷移として、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 収穫中状態→積載中状態→開始／終了状態
- イ 収穫中状態→積載中状態→収穫中状態→開始／終了状態
- ウ 収穫中状態→積載中状態→収穫中状態→積載中状態→開始／終了状態
- エ 収穫中状態→積載中状態→収穫中状態→積載中状態→収穫中状態→開始／終了状態

設問2 制御部のタスクについて答えよ。

- (1) 認識タスクから収穫トレーの空き領域の情報を受け取ったとき、メインタスクが開始／終了状態へ遷移する条件を20字以内で答えよ。
- (2) 認識タスクがメインタスクに収穫に適したトマトを検出したことを通知するときに合わせて通知する必要がある情報を答えよ。
- (3) 表3中の a に入れるタスク名を、表3中のタスク名で答えよ。

設問3 アームの制御について、アームの各関節部の軸に制御パルスが図5のように入力された場合、アームはどのような姿勢に変化するか。解答群の中から選び記号で答えよ。

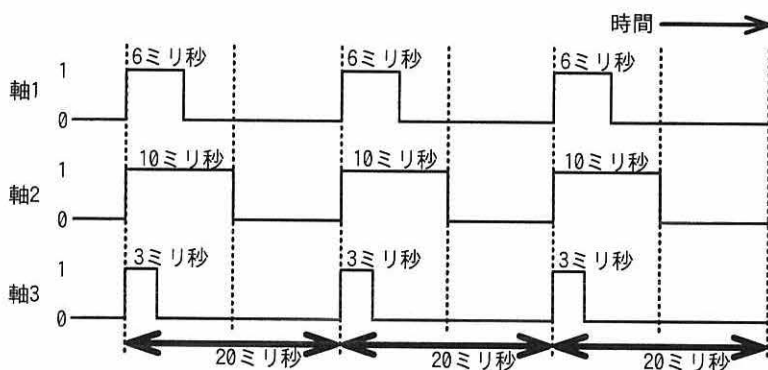


図5 サーボモーターへの入力制御パルス

解答群

- ア 軸1が-54度、軸2が5度、軸3が-72度変化した姿勢
- イ 軸1が0度、軸2が-54度、軸3が72度変化した姿勢
- ウ 軸1が0度、軸2が72度、軸3が-54度変化した姿勢
- エ 軸1が5度、軸2が-54度、軸3が72度変化した姿勢

設問4 障害物の検知について、収穫ロボットが直進中に、超音波センサーが正面の障害物を検知して、移動を停止したとき、超音波センサーが超音波を出力してから検知に掛かった時間は最大何ミリ秒か。超音波が反射して戻ってくるまでに収穫ロボットが移動する距離を考慮して答えよ。ここで、音速は340m/秒とし、障害物は検知した位置から動かず、ソフトウェアの処理時間は考えないものとする。答えは小数第3位を切り上げ、小数第2位まで求めよ。

[ メモ用紙 ]

問8 スレッド処理に関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

B社は、首都圏に約50店の美容室を運営する美容室チェーンである。B社では顧客に顧客カードを発行し、B社の全店舗で顧客カードを持参した顧客に割引価格でサービスを提供している。近年、テレワークなどで外出機会が減ったことによって、顧客の来店回数が減少しており、売上げが減少傾向にある。

そこでB社では、顧客に美容室に来てもらうために販売促進活動を行うことにした。この販売促進活動の一つとして、スマートフォン向けサービス（以下、新サービスという）を提供することにした。この新サービスの開発は、B社のWebサイトの構築経験がある情報システム担当のCさんが担当することになった。

〔新サービスの機能〕

Cさんは新サービスの開発に向けて、全店舗の店長から“顧客にもっと来店してもらうためのアイディア”を募った。集まったアイディアを基にCさんが考えた新サービスのトップ画面と四つの機能を図1に示す。

| 機能      | 機能説明                                                                  |
|---------|-----------------------------------------------------------------------|
| 来店予約    | 店名、日付、希望美容師、希望コース（カット、パーマなど）を指定して予約可能時間を検索し、来店予約を行う機能と予約情報を確認、変更する機能。 |
| お知らせ    | キャンペーン、新商品の入荷などの情報を知らせる機能。                                            |
| クーポン    | クーポンを配付する機能。                                                          |
| おすすめの髪型 | スマートフォンのカメラで撮影した顧客の顔の特徴情報を基に、顧客ごとに似合う髪型を提案する機能。                       |

B社美容室

顧客番号：99999999  
〇〇 〇〇様

ご来店：20XX年XX月XX日  
担当美容師：〇〇 〇〇

来店予約

お知らせ

クーポン

おすすめの髪型

図1 新サービスのトップ画面と四つの機能

〔新サービスを提供するアプリケーションソフトウェア〕

次にCさんは、新サービスを提供するためのアプリケーションソフトウェア（以下、アプリケーションという）について調査した。その結果、アプリケーションの代表的な種類には、aとbがあることが分かった。aは、サーバでHTMLを生成してスマートフォンに送信する。スマートフォンのOSの差異を考

慮した開発は不要だが、カメラや GPS などのデバイスの利用が一部制限される。一方 b は、それ自体をスマートフォンにインストールして実行するもの（以下、スマホアプリという）である。OS の差異を考慮した開発が必要であるが、カメラや GPS などのデバイスを制限なく利用できる。この調査結果から C さんは、新サービスは b として開発することを提案し、上司の承認を得た。

#### 〔トップ画面の開発〕

次に C さんは、Java 言語を用いてスマホアプリのトップ画面の開発に着手した。トップ画面を実装し、画面の描画処理の中で、顧客番号に関連付けられた顧客氏名、来店日付、担当美容師氏名の情報をサーバから取得して画面に表示する処理を行うようにした。しかし、このスマホアプリを実行したところ並行処理に関するエラー（例外）が発生し、スマホアプリの実行が中断された。

このエラーの原因を究明するために、スマートフォン上で動作する GUI アプリケーションにおける並行処理を行う仕組みに関して調査を行った。スマートフォンの OS 上で処理を実行するための仕組みとして c と d とがある。c は、独立したメモリ空間を割り当てて実行されるものであり、多くの場合アプリケーションの実行単位ごとに一つの c で実行される。一方 d は、一つのメモリ空間を共有しながら実行されるもので、一つの c の中で、複数の d を実行することができる。

GUI アプリケーションの開発では、画面描画、画面操作などの画面ユーザーインタフェースに関する処理を行うメインスレッドと、メインスレッドと並行して比較的処理時間が長い処理を行う①バックグラウンドスレッド（以下、ワーカースレッドという）とを分けて実装する必要がある。また、ワーカースレッドによる画面ユーザーインタフェースに関する処理は禁止されていることが分かった。

そこで、トップ画面の処理をメインスレッドとワーカースレッドとに分けて実装することにし、トップ画面を完成させた。

#### 〔おすすめの髪型機能の開発〕

次に C さんは、おすすめの髪型機能の開発に着手した。おすすめの髪型機能の実現に必要な処理を表 1 に示す。なお、表 1 中の開始条件とは当該処理の実行を開始する

ために必要な条件であり、処理時間は当該処理の実行に必要なスマートフォン内の計算時間と標準的な通信時間の合計時間である。

表 1 おすすめの髪型機能の実現に必要な処理

| 処理名  | 処理内容                                                             | 開始条件          | 処理時間<br>(ミリ秒) |
|------|------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|
| 処理 1 | スマートフォンのカメラデバイスから取得したカメラ映像を画面に表示して、顧客が撮影ボタンを押した時点の画像を顔写真として保存する。 | なし            | 100           |
| 処理 2 | 画面に“処理中”のメッセージを表示する。                                             | 処理 1 の完了      | 10            |
| 処理 3 | 処理 1 で保存した顔写真から顔の特徴点を抽出する。                                       | 処理 1 の完了      | 100           |
| 処理 4 | 処理 1 で保存した顔写真から毛髪部分を削除する画像処理を行う。                                 | 処理 3 の完了      | 150           |
| 処理 5 | 処理 3 で抽出した特徴点をサーバに送信し、おすすめの髪型の画像を取得する。                           | 処理 3 の完了      | 200           |
| 処理 6 | 処理 4 の結果画像と処理 5 の画像を合成する。                                        | 処理 4、処理 5 の完了 | 50            |
| 処理 7 | 処理 6 で合成した写真を画面に表示する。                                            | 処理 6 の完了      | 10            |

表 1 の七つの処理を行うために、②メインスレッドと二つのワーカースレッドを作成して処理を行うプログラムを実装した。処理 4 と処理 5 は並行に実行できるので、別々のワーカースレッドで処理することにした。このとき、処理 6 の実行の開始条件は処理 4 と処理 5 が共に完了していることなので、二つのスレッドの完了を待ち合わせる e 操作を処理 6 のプログラムに記載した。

C さんは、処理 1～処理 7 で構成されるおすすめの髪型機能を実装してテスト用に準備したスマートフォンで実行したところ、通信環境の良い場所では正常に動作したが、通信環境が悪い場所ではサーバからの応答を待ち続けてしまう問題が発生した。この問題を解決するために③処理 5 のプログラムにある処理を追加した。

その後、C さんはスマホアプリの全ての機能の開発とテストを完了させ、B 社は新サービスを用いた販売促進活動を開始した。



問9 新たな金融サービスを提供するシステム開発プロジェクトに関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

A社は、様々な金融商品を扱う金融サービス業である。これまで、全国の支店網を通じて顧客を獲得・維持してきたが、ここ数年、顧客接点のデジタル化を進めた競合他社に顧客が流出している。そこで、A社は顧客流出を防ぐため、店頭での対面接客に加えて、認知・検索・行動・共有などの顧客接点をデジタル化し、顧客関係性を強化する新たな金融サービスを提供するために、新システムを開発するプロジェクト（以下、本プロジェクトという）の立ち上げを決定した。本プロジェクトはA社の取締役会で承認され、マーケティング部と情報システム部を統括するB役員がプロジェクト責任者となり、プロジェクトマネージャ（PM）にはマーケティング部のC課長が任命された。C課長は、本プロジェクトの立ち上げに着手した。

〔プロジェクトの立ち上げ〕

C課長は、プロジェクト憲章を次のとおりまとめた。

- ・プロジェクトの目的：顧客接点をデジタル化することで、顧客関係性を強化する新たな金融サービスを提供する。
- ・マイルストーン：本プロジェクト立ち上げ後6か月以内に、ファーストリリースする。ファーストリリース後の顧客との関係性強化の状況を評価して、その後のプロジェクトの計画を検討する。
- ・スコープ：機械学習技術を採用し、スマートフォンを用いて顧客の好みやニーズに合わせた新たな金融サービスを提供する。マーケティング部のステークホルダは新たな金融サービスについて多様な意見をもち、プロジェクト実行中はその影響を受けるので頻繁なスコープの変更を想定する。
- ・プロジェクトフェーズ：過去に経験が少ない新たな金融サービスの提供に、経験のない新たな技術である機械学習技術を採用するので、システム開発に先立ち、新たなサービスの提供と新たな技術の採用の両面で実現性を検証するPoCのフェーズを設ける。PoCフェーズの評価基準には、顧客関係性の強化の達成状況など、定量的な評価が可能な重要成功要因の指標を用いる。
- ・プロジェクトチーム：表1のメンバーでプロジェクトを立ち上げ、適宜メンバーを追加する。

表1 プロジェクト立ち上げのメンバー

| 要員           | 所属       | スキルと経験                                                                                    |
|--------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| C 課長<br>(PM) | マーケティング部 | CRM 導入プロジェクトの全体統括をした経験、アジャイル型開発プロジェクトに参加した経験がある。                                          |
| D 主任         | マーケティング部 | 1 年前に競合企業から転職してきたマーケティング業務の専門家。CRM や会員向け EC サイトのシステム開発プロジェクトに参加した経験がある。A 社の業務にはまだ精通していない。 |
| E 主任         | 情報システム部  | フルスタックエンジニア。データマートの構築、Java のプログラミング、インターネット上のシステム開発などの経験が豊富。機械学習技術の経験はない。                 |
| F 氏          | 情報システム部  | データエンジニア。データ分析、Python のプログラミング経験はあるが、機械学習技術の経験はない。                                        |

B 役員は、プロジェクト憲章を承認し、次の点によく留意して、プロジェクト計画を作成するように C 課長に指示した。

- ・顧客接点のデジタル化への機械学習の適用を、自社だけで技術習得して実施するか、他社に技術支援を業務として委託するか、今後のことも考えて決定すること。
- ・ベンダーに技術支援を業務委託する場合は、マーケティング部と情報システム部の従業員が、自分たちで使いこなせるレベルまで機械学習技術を習得する支援をしてもらうこと。また、新たな金融サービスの提供において、顧客の様々な年代層が容易に利用できるシステムの開発を支援できるベンダーを選定すること。なお、PoC では、技術面の検証業務を実施し、成果として検証結果をまとめたレポートを作成してもらうこと。
- ・同業者から、自社だけで機械学習技術を習得しようとしたが、習得に 2 年掛かったという話も聞いたので、進め方には留意すること。

C 課長は、B 役員の指示を受けてメンバーと検討した結果、本プロジェクトは PoC を実施する点と、リリースまでに 6 か月しかない点、a 点を考慮し、アジャイル型開発アプローチを採用することにした。

C 課長は、顧客接点のデジタル化への機械学習の適用を、自社だけで実施するか、他社に技術支援を業務委託するかを検討した。その結果、自社にリソースがない点と、b 点を考慮し、PoC とシステム開発の両フェーズで機械学習に関する技術支援をベンダーに業務委託することにした。

また、C 課長は、PoC を実施しても、既知のリスクとして特定できない不確実性は

残るので、プロジェクトが進むにつれて明らかになる未知のリスクへの対策として、プロジェクトの回復力（レジリエンス）を高める対策が必要と考えた。

#### 〔ベンダーの選定〕

C 課長は、機械学習技術に関する技術支援への対応が可能なベンダー 7 社について、ベンダーから提示された情報を基に、機械学習技術に関する現在の対応状況を調査した。

この調査に基づき、C 課長は、技術習得とシステム開発の支援の提案を依頼するベンダーを 4 社に絞り込んだ。その上で、ベンダーからの提案書に対して五つの評価項目を定め、ベンダーを評価することとした。

ベンダー 4 社に対して、提案を依頼し、提出された提案を基に、プロジェクトメンバーで評価項目について評価を行い、表 2 のベンダー比較表を作成した。

表 2 ベンダー比較表

| 評価項目 | 評価の観点                   | P 社 | Q 社 | R 社 | S 社 |
|------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|
| 事例数  | 金融サービス業の適用事例が豊富なこと      | 3   | 3   | 3   | 4   |
| 定着化  | 習得した機械学習技術の定着化サポートを含むこと | 2   | 4   | 3   | 4   |
| 提案内容 | 他社と差別化できる技術であること        | 4   | 3   | 4   | 3   |
| 使用性  | 顧客視点でのシステム開発ができること      | 4   | 4   | 3   | 3   |
| 価格   | コストパフォーマンスが高いこと         | 3   | 3   | 4   | 2   |

注記 評価項目の点数。1：不足，2：やや不足，3：ほぼ十分，4：十分

ベンダー比較表を基に、B 役員の指示を踏まえて審査した結果、c 社を選定した。B 役員の最終承認を得て、①本プロジェクトの PoC の特性を考慮し、準委任契約で委託することにした。

C 課長は、システム開発フェーズの途中で、技術支援の範囲拡大や支援メンバーの増員を依頼した場合の対応までのリードタイムや増員の条件について、②選定したベンダーに確認しようと考えた。

#### 〔役割分担〕

C 課長は、マーケティング部のステークホルダーがもつ多様な意見を理解して、それ

を本プロジェクトのプロダクトバックログとして設定するプロダクトオーナーの役割が重要であると考えた。C 課長は、③D 主任が、プロダクトオーナーに適任であると考え、D 主任に担当してもらうことにした。

C 課長は、プロジェクトチームのメンバーと協議して、PoC では、D 主任の設定した仮説に基づき、プロダクトバックログを定め、プロジェクトの開発メンバーがベンダーの技術支援を受けて MVP (Minimum Viable Product) を作成することにした。そして、マーケティング部のステークホルダに試用してもらい、④あるものを測定することにした。

設問1 「プロジェクトの立ち上げ」について答えよ。

- (1) 本文中の  に入れる適切な字句を 20 字以内で答えよ。
- (2) 本文中の  に入れる適切な字句を 20 字以内で答えよ。

設問2 「ベンダーの選定」について答えよ。

- (1) 本文中の  に入れる適切な字句を、アルファベット 1 字で答えよ。また、 社を選定した理由を、表 2 の評価項目の字句を使って 20 字以内で答えよ。
- (2) 本文中の下線①について、準委任契約で委託することにしたのは本プロジェクトの PoC の特性として何を考慮したからか。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 既知のリスクとして特定できない不確実性が残る。
  - イ 実現性を検証することが目的である。
  - ウ 評価基準に重要成功要因の指標を用いる。
  - エ マーケティング部が MVP を試用する。
- (3) 本文中の下線②について、C 課長が、ベンダーに確認する目的は何か。25 字以内で答えよ。

設問3 「役割分担」について答えよ。

- (1) 本文中の下線③について、D 主任がプロダクトオーナーに適任だと考えた理由は何か。30 字以内で答えよ。
- (2) 本文中の下線④について、測定するものとは何か。15 字以内で答えよ。

問 10 サービスレベルに関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

E 社は防犯カメラ，入退室認証機器，監視モニターなどのオフィス用セキュリティ機器を製造販売する中堅企業である。E 社の販売部の販売担当者は，E 社営業日の営業時間である 9 時から 18 時までの間，販売活動を行っている。E 社の情報システム部では，販売管理システム（以下，現システムという），製品管理システム，社内 Web システムなどを開発，運用し，社内の利用者にサービスを提供している。現システムは，納入先の所在地，納入先との取引履歴などの納入先情報を管理し，製品管理システムは，製品の仕様，在庫などの情報を管理する。社内 Web システムは 24 時間 365 日運用されており，E 社の従業員は，業務に役立つ情報を，社内 Web システムを用いて，いつでも参照することができる。

情報システム部には，サービス課，システム開発課及びシステム運用課がある。サービス課には複数のサービスチームが存在し，サービスレベル管理など，サービスマネジメントを行う。システム開発課は，システムの開発及び保守を担当する。システム運用課は，システムの運用及び IT 基盤の管理を担当する。

販売担当者を利用者として提供される販売管理サービス（以下，現サービスという）は現システムによって実現されている。販売担当者は，納入先から製品の引き合いがあった場合，まず現システムで納入先情報を検索して，引き合いに関する情報を登録する作業を行う。次に，現システムと製品管理システムの両システムに何度もアクセスして情報を検索したり，情報を登録したりする作業があり，最後に表示される納期と価格の情報を取り込んだ納入先への提案に時間が掛かっている。販売部は 16 時までに受けた引き合いは，当日の営業時間内に納入先に納期と価格の提案を行うことを目標にしているが，引き合いが多いと納入先への提案まで 2 時間以上掛かることもあり，目標が達成できなくなる。販売部が行う納入先への提案は販売部の重要な事業機能であるので，販売部は現サービスの改善を要求事項として情報システム部に提示していた。

そこで，情報システム部は，販売部の要求事項に対応するため，現システムに改修を加えたものを新システムとし，来年 1 月から新サービスとして提供することになった。

#### 〔新サービスとサービスマネジメントの概要〕

販売部の G 課長が業務要件を取りまとめ、システム開発課が現システムを改修し、システム運用課が IT 基盤を用いて新システムを運用する。販売担当者が現サービスと同様に引き合いに関する情報を新システムに登録して、提案情報作成を新システムに要求すると、新サービスでは新システムと製品管理システムとが連動して処理を実行し、提案に必要となる納期と価格の情報を表示する。

新サービスのサービスマネジメントについては、現サービス同様に、サービス課販売サービスチームの F 君が担当する。サービス課では、従来からサービスデスク機能をコールセンター会社の Y 社に委託しており、新サービスについても、利用者からの問合せは、サービスデスクが直接受け付けて、利用者に回答を行う。問合せの内容が、インシデント発生に関わる内容の場合は、サービスデスクから販売サービスチームにエスカレーションされ、情報システム部で対応し、対応完了後、販売サービスチームは、サービスデスクに対応完了の連絡をする。例えば、一部のストレージ障害が疑われる場合は、販売サービスチームはシステム運用課にインシデントの診断を依頼し、システム運用課が障害箇所を特定する。その後、システム運用課で当該ストレージを復旧させ、販売サービスチームに復旧の連絡を行う。販売サービスチームはサービスデスクに連絡し、サービスデスクでは、サービスが利用できることを利用者に確認してサービス回復とする。

#### 〔サービスレベル項目と目標の設定〕

社内に提供するサービスについて、これまで情報システム部は、社内の利用部門との間で SLA を合意していなかったが、新サービスではサービスレベル項目と目標を明確にし、販売部と情報システム部との間で SLA を合意することにした。そこで、情報システム部が情報システム部長の指示のもとで、販売部の要求事項と実現可能性を考慮しながらサービスレベル項目と目標の案を作成し、新サービスの利害関係者と十分にレビューを行って合意内容を決定することとなった。F 君が新サービスの SLA を作成する責任者となり、販売部との合意の前に、新システムの開発及び運用を担うシステム開発課及びシステム運用課のメンバーと協力して SLA のサービスレベル項目と目標を作成することにした。

F 君は、システム開発課がシステム設計を完了する前に、現システムで測定されて

いるシステム評価指標を参考に、表 1 に示す販売部と情報システム部との間のサービスレベル項目と目標（案）を作成した。

表 1 販売部と情報システム部との間のサービスレベル項目と目標（案）

| 項番 | 種別      | サービスレベル項目                        | サービスレベル目標                            |
|----|---------|----------------------------------|--------------------------------------|
| 1  | サービス可用性 | サービス時間                           | E 社営業日の 9 時から 20 時まで                 |
| 2  |         | サービス稼働率                          | 月間目標値：95%以上                          |
| 3  | 性能      | 引き合いに関する情報の登録処理の応答時間             | 平均 3 秒以内                             |
| 4  | 保守性     | インシデント発生時のサービス回復時間 <sup>1)</sup> | 8 時間以内                               |
| 5  | サービスデスク | サービスデスクのサポート時間帯                  | 問合せ受付業務を実施する時間帯：E 社営業日の 9 時から 18 時まで |

注記 18 時から 20 時までの間で利用者がインシデントと思われる事象を発見した場合は、サービスデスクの代わりにサービス課が受け付けて、対応する。

注<sup>1)</sup> サービスデスクが受け付けてからサービスが回復するまでの経過時間のことである。経過時間は、E 社営業日の営業時間の範囲で計測する。例えば、受付が 15 時でサービスの回復が翌営業日の 12 時の場合、サービス回復時間は 6 時間である。

F 君は、表 1 を販売部の G 課長に提示した。G 課長は、販売部の要求事項に関連する内容が欠けていることを指摘し、表 1 に①サービスレベル項目を追加するように要求した。そこで、F 君は、新システムに関わる情報システム部のメンバーと協議を行い、システム設計で目標としている性能を基にサービスレベル目標を設定し、追加するサービスレベル項目とともに G 課長に提示し、了承を得た。

#### 〔サービス提供者とサービス供給者との合意〕

新サービスは、サービス課がサービス提供者となって、SLA に基づいて販売部にサービス提供される。サービス提供に際しては、外部供給者として Y 社が、内部供給者としてシステム開発課及びシステム運用課が関与する。

サービスデスクについてのサービスレベル目標の合意は、従来、サービス課と Y 社との間で a として文書化されている。この中で、サービス課は、合意の前提となる問合せ件数が大きく増減する場合は、1 か月前に Y 社に件数を提示することになっている。Y 社は、提示された問合せ件数に基づき作業負荷を見積もり、サービスデスク要員の体制を確保する。

F 君は、②新サービスを契機として、サービス課と内部供給者との間で、サービスレベル項目と目標を合意することにした。新サービスについてのサービス課とシステム開発課との間の主要なサービスレベル項目と目標（案）を表 2 に示す。

表 2 サービス課とシステム開発課との間の主要なサービスレベル項目と目標（案）

| 項番 | サービスレベル項目                                                                                      | サービスレベル目標            |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1  | インシデントが発生した場合、サービス課からのインシデントの診断依頼をシステム開発課が受け付ける時間帯                                             | E 社営業日の 9 時から 18 時まで |
| 2  | システム開発課が開発したシステムに起因するインシデントの場合、システム開発課がサービス課からのインシデントの診断依頼を受け付けてからシステムを復旧するまでの時間 <sup>1)</sup> | 8 時間以内               |

注<sup>1)</sup> E 社営業日の営業時間の範囲で計測する。

F 君は、表 2 を上司にレビューしてもらった。すると、上司から、表 1 項番 4 のサービスレベル目標を達成するためには、“③表 2 項番 2 のサービスレベル目標は見直す必要がある”という指摘を受けた。

〔受入れテストにおける指摘と対応〕

システム開発課による開発作業が完了し、新サービス開始の 2 週間前に販売部が参画する新サービスの受入れテストを開始した。受入れテストを行った結果、販売部から情報システム部に対して、次の評価と指摘が挙がった。

- ・機能・性能とも大きな問題はなく、新サービスを開始してよいと判断できる。
- ・新サービスの操作方法を説明したマニュアルは整備されているが、提案情報作成を要求する処理に関してはサービスデスクへの問合せが多くなると想定される。

F 君は、サービスデスクへの問合せ件数が事前の想定よりも多くなる懸念を感じた。Y 社担当者とも検討し、④新サービス開始時点の問合せ件数を削減する対応が必要と考えた。そこで、利用者が参照できる⑤FAQ を社内 Web システムに掲載することによって、新サービスの操作方法についてマニュアルで解決できない疑問が出た場合は、利用者自身で解決できるように準備を進めることにした。

設問1 「サービスレベル項目と目標の設定」について、本文中の下線①で G 課長が追加するよう要求したサービスレベル項目として適切な内容を解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

- ア 製品の引き合いを受けてから提案するまでに要する時間
- イ 納入先情報の検索時間
- ウ 販売担当者が提案情報作成を新システムに要求してから納期と価格の情報が表示されるまでに要する時間
- エ 販売担当者が提案情報作成を新システムに要求するときの新システムにおける同時処理可能数

設問2 「サービス提供者とサービス供給者との合意」について答えよ。

- (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 契約書
  - イ サービスカタログ
  - ウ サービス要求の実現に関する指示書
  - エ リリースの受入れ基準書
- (2) 本文中の下線②で、F 君が、サービス課と内部供給者との間でサービスレベル項目と目標を合意することにした理由は何か。40 字以内で答えよ。
- (3) 本文中の下線③でサービスレベル目標を見直すべき理由は何か。40 字以内で答えよ。

設問3 「受入れテストにおける指摘と対応」について答えよ。

- (1) 本文中の下線④で、F 君が、問合せ件数を削減する対応が必要と考えた理由は何か。サービスデスク運用の観点で、25 字以内で答えよ。
- (2) 本文中の下線⑤の方策は、サービスデスクへの問合せ件数削減が期待できるだけでなく、利用者にとっての利点も期待できる。利用者にとっての利点を40 字以内で答えよ。

〔 メ モ 用 紙 〕

問 11 情報システムに係るコンティンジェンシー計画の実効性の監査に関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

Z 社は、中堅の通信販売事業者である。ここ数年は、通信販売需要の増加を追い風に顧客数及び売上が増え、順調に業績が拡大しているが、その一方で、システム障害発生時の影響の拡大、サイバー攻撃の脅威の増大など、事業継続に関わる新たなリスクが増加してきている。そこで、Z 社内部監査室では今年度、主要な業務システムである通信販売管理システム（以下、通販システムという）に係るコンティンジェンシー計画（以下、CP という）の実効性について監査を行うことにした。Z 社内部監査室のリーダーX 氏は、監査担当者の Y 氏と予備調査を実施した。予備調査の結果、把握した事項は次のとおりである。

〔通販システムの概要〕

通販システムは、Z 社情報システム部が自社開発し、5 年前に稼働したシステムであり、受注管理、出荷・配送管理、商品管理の各サブシステムから構成されている。稼働後、通販システムの機能には大きな変更はないが、近年の取引量の増加に伴い、昨年通販システムサーバの処理能力を增強している。

情報システム部は、通販システムの構築に際して可用性を確保するために、サーバの冗長構成については、費用対効果を考慮してウォームスタンバイ方式を採用した。Z 社には東西 2 か所に配送センターがあり、通販システムサーバは、東センターに設置されている。東・西センターの現状のサーバ構成を図 1 に示す。

通販システムのデータバックアップは日次の夜間バッチ処理で行われており、取得したバックアップデータは東センターのファイルサーバに保管される。また、バックアップデータは西センターに日次でデータ伝送され、副バックアップデータとして、西センターのバックオフィス系サーバに保管されている。

バックオフィス系サーバは、通販システムの構築と同時に導入されたものである。緊急時の通販システムの待機系サーバであるとともに、通常時は人事給与システムと会計システムを稼働させるように設計された。Z 社が社内の業務とコミュニケーションを円滑化するために、ここ 2、3 年の間に新しく導入したワークフローシステムやグループウェアなどの社内業務支援システムもバックオフィス系サーバで稼働させて

いる。なお、Z 社ではバックオフィス系サーバで稼働している人事給与システム、会計システム、社内業務支援システムを総称して社内システムと呼んでいる。

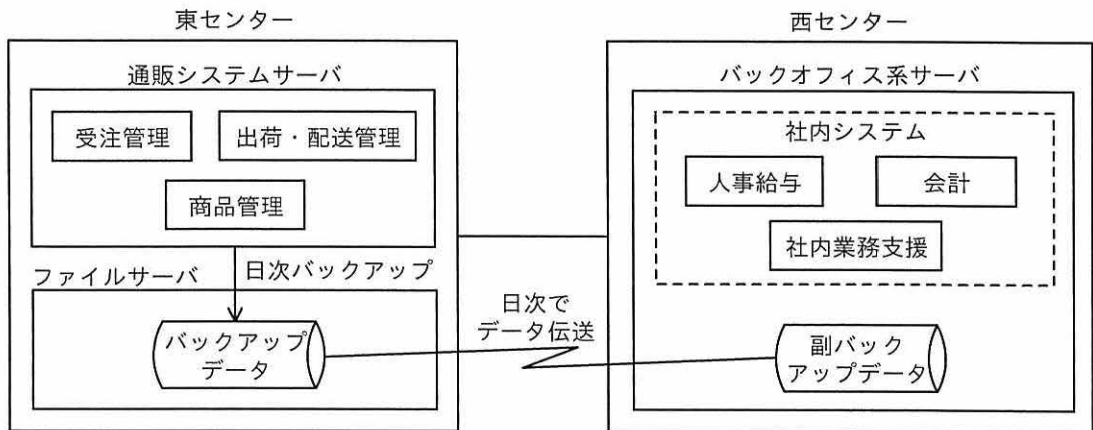


図1 東・西センターの現状のサーバ構成

#### 〔CP の概要〕

CP は、5 年前に通販システムを構築した際に、情報システム部が策定したものである。CP のリスクシナリオとしては、大規模自然災害、システム障害、サイバー攻撃（併せて以下、危機事象という）によって東センターが使用できなくなった事態を想定している。その場合の代替策として、西センターのバックオフィス系サーバを利用して通販システムを暫定復旧することを計画している。

東センターで危機事象が発生し、通販システムの早期復旧が困難と判断された場合には、CP を発動し、西センターのバックオフィス系サーバ上のシステム負荷の高い社内システムを停止する。その後、通販システムの業務アプリケーションやデータベースなどの必要なソフトウェアをセットアップし、副バックアップデータからデータベースを復元する。さらに、ネットワークの切替えを含む必要な環境設定を行い、通販システムを暫定復旧する計画になっている。5 年前の通販システム稼働後、CP を発動した実績はない。

#### 〔CP の訓練状況〕

5 年前の通販システム稼働直前に、西センターのバックオフィス系サーバにおいて、

復旧テストを実施した。復旧テストでは、副バックアップデータからデータベースが正常に復元できること、バックオフィス系サーバで実際に通販システムを稼働させるのに必要最低限の処理能力が確保できていることを確認している。

通販システム稼働後の CP の訓練は、訓練計画に従いあらかじめ作成された訓練シナリオを基に、毎年実機訓練を実施している。具体的には、西センターで稼働中の社内システムが保守のために停止するタイミングで、バックオフィス系サーバに必要なソフトウェアをセットアップし、副バックアップデータを使用したデータベースの復元訓練まで行っている。CP 策定以降の訓練結果では、大きな問題は見つかっておらず、CP の見直しは行われていない。

内部監査室は、予備調査の結果を基に本調査に向けた準備を開始した。

#### 〔本調査に向けた準備〕

X 氏は、Y 氏に予備調査結果から想定されるリスクと監査手続を整理するように指示した。Y 氏がまとめた想定されるリスクと監査手続を表 1 に示す。

表 1 想定されるリスクと監査手続（抜粋）

| 項番 | 項目        | 想定されるリスク                         | 監査手続                                                          |
|----|-----------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 1  | 通販システムの構成 | ウォームスタンバイ方式なので、暫定復旧までに時間が掛かる。    | <input type="text" value="a"/> について、業務部門と合意していることを確かめる。       |
| 2  | CP の発動    | 危機事象発生時に CP 発動が遅れる。              | <input type="text" value="b"/> が明確に定められていることを確かめる。            |
| 3  | CP の訓練    | CP 訓練の結果が適切に評価されず、潜在的な問題が発見されない。 | CP 訓練結果の <input type="text" value="c"/> があらかじめ定められていることを確かめる。 |

X 氏は表 1 の内容についてレビューを実施した。レビュー結果を踏まえた X 氏と Y 氏の主なやり取りは次のとおりである。

X 氏：①今回の監査の背景を踏まえると、ここ数年の当社を取り巻く状況から、CP のリスクシナリオの想定範囲が十分でなくなっている可能性もある。これについても想定されるリスクとして追加し、監査手続を検討すること。

Y 氏：承知した。

X 氏：CP の訓練に関連して、西センターでの復旧テストの実施時期がシステム稼働前であり、その後の変更状況を考慮すると、CP 発動時に暫定復旧後の通販システムで問題が発生するリスクが考えられる。これについても監査手続を作成すること。

Y 氏：承知した。監査手続で確認すべき具体的なポイントとしては、通販システムが稼働後に  していることを考慮して、 についても同様に必要な対応ができているか、ということでしょうか。

X 氏：それでよい。また、現在の CP の訓練内容について、CP 発動時に暫定復旧が円滑に実施できないリスクがあるので、それについても監査手続を作成すること。

Y 氏：承知した。 について、最低限机上での訓練を実施しなくて問題がないのかを確認する。

X 氏：さらに、②通販システムの暫定復旧計画において、バックオフィス系サーバの社内システムを停止することによる影響が懸念されるので、それについても確認しておいた方がよい。

レビューの結果を受けて、Y 氏は監査手続の見直しに着手した。

設問 1 表 1 中の  ～  に入れる最も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 CP 訓練 | イ CP 発動基準 | ウ 環境設定   |
| エ 機能要件  | オ 評価項目    | カ 目標復旧時間 |

設問 2 本文中の下線部①について、監査手続の検討時に考慮すべきリスクを二つ挙げ、それぞれ 25 字以内で答えよ。

設問 3 本文中の  ,  に入れる適切な字句を、それぞれ 15 字以内で答えよ。

設問 4 本文中の  に入れる適切な字句を、25 字以内で答えよ。

設問 5 本文中の下線部②について、どのような影響が懸念されるか。25 字以内で答えよ。

〔 メ モ 用 紙 〕

[ メモ用紙 ]

〔 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、<sup>TM</sup> 及び <sup>®</sup> を明記していません。