

令和3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 又は HB の黒鉛筆又はシャープペンシルを使用してください。
 - (2) 受験番号欄に受験番号を、生年月日欄に受験票の生年月日を記入してください。正しく記入されていない場合は、採点されないことがあります。生年月日欄については、受験票の生年月日を訂正した場合でも、訂正前の生年月日を記入してください。
 - (3) 選択した問題については、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
4 問選択	問 2
	問 3
	問 4
	問 5
	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 番号	出題分野	テーマ
問 1	情報セキュリティ	DNS 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	情報システム戦略の策定
問 3	プログラミング	クラスタ分析に用いる k-means 法
問 4	システムアーキテクチャ	IoT 技術を活用した駐車場管理システム
問 5	ネットワーク	チャット機能の開発
問 6	データベース	経営分析システムのためのデータベース設計
問 7	組込みシステム開発	ディジタル補聴器の設計
問 8	情報システム開発	クーポン券発行システムの設計
問 9	プロジェクトマネジメント	プロジェクトのコスト見積り
問 10	サービスマネジメント	SaaS を使った営業支援サービス
問 11	システム監査	新会計システムのシステム監査

次の問 1 は必須問題です。必ず解答してください。

問 1 DNS のセキュリティ対策に関する次の記述を読んで、設問 1～3 に答えよ。

R 社は、Web サイト向けソフトウェアの開発を主業務とする、従業員約 50 名の企業である。R 社の会社概要や事業内容などを R 社の Web サイト（以下、R 社サイトという）に掲示している。

R 社内からインターネットへのアクセスは、R 社が使用するデータセンタを経由して行われている。データセンタの DMZ には、R 社の Web サーバ、権威 DNS サーバ、キャッシュ DNS サーバなどが設置されている。DMZ は、ファイアウォール（以下、FW という）を介して、インターネットと R 社社内 LAN の両方に接続している。データセンタ内の R 社のネットワーク構成の一部を図 1 に示す。

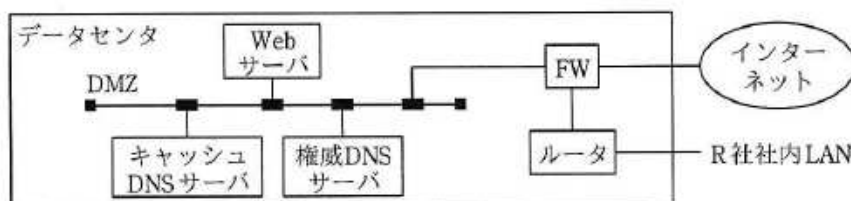


図 1 データセンタ内の R 社のネットワーク構成（一部）

R 社サイトは、データセンタ内の Web サーバで運用され、インターネットから R 社サイトへは、HTTP Over TLS（以下、HTTPS という）によるアクセスだけが許されている。

【インシデントの発生】

ある日、R 社の顧客である Y 社の担当者から、“社員の PC が、R 社サイトに埋め込まれていたリンクからマルウェアに感染したと思われる”との連絡を受けた。Y 社は、Y 社が契約している ISP である Z 社の DNS サーバを利用していた。

R 社情報システム部の S 部長は、部員の T さんに、R 社のネットワークのインターネット接続を一時的に切断し、マルウェア感染の状況について調査するように指示した。T さんが調査した結果、R 社の権威 DNS サーバ上の、R 社の Web サーバの A レコードが別のサイトの IP アドレスに改ざんされていることが分かった。R 社のキャッシュ DNS サーバと Web サーバには、侵入や改ざんされた形跡はなかった。

Tさんから報告を受けたS部長は、①Y社のPCがR社の偽サイトに誘導され、マルウェアに感染した可能性が高いと判断した。

〔当該インシデントの原因調査〕

S部長は、当該インシデントの原因調査のために、R社の権威DNSサーバ、キャッシュDNSサーバ及びWebサーバの脆弱性診断及びログ解析を実施するよう、Tさんに指示した。Tさんは外部のセキュリティ会社の協力を受けて、脆弱性診断とログ解析を実施した。診断結果の一部を表1に示す。

表1 R社サーバの脆弱性診断及びログ解析の結果（一部）

診断対象	脆弱性診断結果	ログ解析結果
権威DNSサーバ	・OSは最新であったが、DNSソフトウェアのバージョンが古く、 a を奪取されるおそれがあった。 ・インターネットから権威DNSサーバへのアクセスはDNSプロトコルだけに制限されていた。	業務時間外にログインされた形跡が残っていた。
キャッシュDNSサーバ	・OS及びDNSソフトウェアは最新であった。 ・インターネットからキャッシュDNSサーバへのアクセスはDNSプロトコルだけに制限されていた。	不審なアクセスの形跡は確認されなかった。
Webサーバ	・OS及びWebサーバのソフトウェアは最新であった。 ・インターネットからWebサーバへのアクセスはHTTPSだけに制限されていた。	Y社のPCがマルウェア感染した時期に②R社サイトへのアクセスがほとんどなかった。

診断結果を確認したS部長は、R社の権威DNSサーバのDNSソフトウェアの脆弱性を悪用した攻撃によってaが奪取された可能性が高いと考え、早急にその脆弱性への対応を行うようにTさんに指示した。

Tさんは、R社の権威DNSサーバのDNSソフトウェアの脆弱性は、ソフトウェアベンダが提供する最新版のソフトウェアで対応可能であることを確認し、当該ソフトウェアをアップデートしたことをS部長に報告した。S部長はTさんに、R社の権威DNSサーバ上のR社のWebサーバのAレコードを正しいIPアドレスに戻し、R社のネットワークのインターネット接続を再開させたが、Y社のPCからR社サイトに正しくアクセスできるようになるまで、③しばらく時間が掛かった。R社は、Y社に謝罪するとともに、当該インシデントについて経緯などをとりまとめて、R社サイトなどを通じて、顧客を含む関係者に周知した。

【セキュリティ対策の検討】

S 部長は、R 社の権威 DNS サーバに対する④同様なインシデントの再発防止に有効な対策と、R 社のキャッシュ DNS サーバ及び Web サーバに対するセキュリティ対策の強化を検討するように、T さんに指示した。

T さんは、R 社の Web サーバが使用しているデジタル証明書が、ドメイン名の所有者であることが確認できる DV (Domain Validation) 証明書であることが問題と考えた。そこで T さんは、EV (Extended Validation) 証明書を導入することを提案した。R 社の Web サーバに EV 証明書を導入し、Web ブラウザで R 社サイトに HTTPS でアクセスすると、R 社の bを確認できる。

また T さんは、⑤R 社のキャッシュ DNS サーバがインターネットから問合せ可能であることも問題だと考えた。その対策として、FW の設定を修正して R 社社内 LAN からだけ問合せ可能とすることを提案した。また、R 社のキャッシュ DNS サーバに、偽の DNS 応答がキャッシュされ、R 社の社内 LAN 上の PC がインターネット上の偽サイトに誘導されてしまう、cの脅威があると考えた。DNS ソフトウェアの最新版を確認したところ、ソースポートのランダム化などに対応していることから、この脅威については対応済みとして報告した。

設問 1 本文中の下線①で、Y 社の PC が R 社の偽サイトに誘導された際に、Y 社の PC に偽の IP アドレスを返した可能性のある DNS サーバを、解答群の中から全て選び、記号で答えよ。

解答群

- | | |
|------------------|---------------------|
| ア DNS ルートサーバ | イ R 社のキャッシュ DNS サーバ |
| ウ R 社の権威 DNS サーバ | エ Z 社の DNS サーバ |

設問 2 【当該インシデントの原因調査】について、(1)～(3)に答えよ。

- (1) 表 1 及び本文中の 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 管理者権限 | イ シリアル番号 |
| ウ デジタル証明書 | エ 利用者パスワード |

(2) 表 1 中の下線②で、R 社サイトへのアクセスがほとんどなかった理由を 20 字以内で述べよ。

(3) 本文中の下線③で、Y 社の PC が正しい R 社サイトにアクセスできるようになるまで、しばらく時間が掛かった理由は、どの DNS サーバにキャッシュが残っていたからか、解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

- | | |
|------------------|---------------------|
| ア DNS ルートサーバ | イ R 社のキャッシュ DNS サーバ |
| ウ R 社の権威 DNS サーバ | エ Z 社の DNS サーバ |

設問 3 [セキュリティ対策の検討] について、(1)～(4)に答えよ。

(1) 本文中の下線④で、同様なインシデントの再発防止に有効な対策として、R 社の権威 DNS サーバに実施すべきものを、解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

- ア 逆引き DNS レコードを設定する。
- イ シリアル番号の桁数を増やす。
- ウ ゾーン転送を禁止する。
- エ 定期的に脆弱性検査と対策を実施する。

(2) 本文中の b 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 会社名 | イ 担当者の電子メールアドレス |
| ウ 担当者の電話番号 | エ デジタル証明書の所有者 |

(3) 本文中の下線⑤で、R 社のキャッシュ DNS サーバがインターネットから問合せ可能な状態であることによって発生する可能性のあるサイバー攻撃を、解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

- | | |
|--------------|------------------|
| ア DDoS 攻撃 | イ SQL インジェクション攻撃 |
| ウ パスワードリスト攻撃 | エ 水飲み場攻撃 |

(4) 本文中の c に入れるサイバー攻撃手法の名称を、15 字以内で答えよ。

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 情報システム戦略の策定に関する次の記述を読んで、設問 1～3 に答えよ。

C 社は、中堅の機械部品メーカーである。自動車メーカーなど顧客の工場に製品を出荷している。顧客の工場は国内だけでなく、世界の各地域に設置されている。

C 社は、これまで情報システムはコストと考えていて、情報システム投資に消極的であった。その結果、業務効率が上がらず、また必要なデータがすぐに把握できずに経営陣の意思決定に遅れが生じていた。このような中、経済産業省の DX レポートを確認した C 社の経営陣は危機感をもち、情報システム投資の必要性を強く感じて、外部から CIO (Chief Information Officer) を採用した。CIO は、次期経営戦略に基づいて積極的な次期情報システム戦略を策定する方針を掲げ、これを立案する組織横断型のチームを立ち上げて、情報システム部の D 課長をリーダーに任命した。

[C 社の次期経営戦略]

C 社の次期経営戦略は、競合他社に対する競争優位性を保つため、次を目的として策定された。

- ・コンプライアンスを最優先し、ステークホルダから選ばれる企業になる。
- ・技術力を生かし、顧客及び社会のニーズに合う製品を積極的に市場に投入し、シェアを拡大して売上を伸ばす。
- ・業務効率を向上させ、利益率を改善する。
- ・経営陣が必要な情報をタイムリーに把握し、迅速な意思決定を行えるようにする。

[C 社の経営環境]

C 社の経営環境は次のとおりである。

- ・これまでは市場の伸びに支えられ、売上も利益も伸びていた。しかし、最近の市場の伸びの鈍化に伴い、既存製品の売上と利益の伸びが鈍化している。
- ・C 社が取り扱う製品の開発には高い技術力が要求される。C 社は、将来に向けた研究に力を入れており、研究開発部を設け、競合他社にはない優れたアイデアを出したり、技術を開発したりしている。しかし、それがどのように製品に結び付けられるか研究開発部では具体的な活用の方法がイメージできないことがある。営業員と顧客のやり取りにヒントとなる情報があるが、研究開発部には情報が届いていな

い。

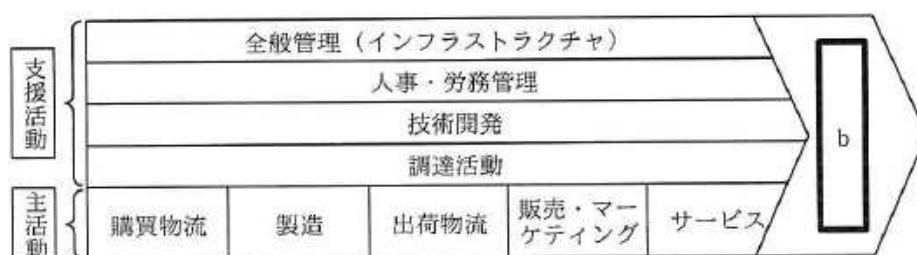
- ・競合他社はアジア地域に工場を設置しているケースが多いのに対し、C社は国内外を問わず顧客の工場の近くに自社の工場を設置している。
- ・C社は、各工場で独自の製造ノウハウを多数もっており、各工場の業務プロセスや各工場に設置されている情報システムにこれらを反映させ、競争優位性を保っている。
- ・これまでは、顧客からの引合いに対応することで製品を受注できたので、販売・マーケティングにはあまり力を入れてこなかった。しかし、新たな製品を市場に投入する際には、その特長を顧客に理解してもらう必要があり、現状では不十分である。
- ・複数の営業員で、同じ顧客の本社、事業所及び工場を分担して担当している。営業員が顧客から得た情報や顧客への対応内容が、同じ顧客を担当する他の営業員と十分に共有できていないので、非効率な営業となっていることがある。
- ・C社の製品採用後の顧客に対するサービスは、顧客を訪問して行っている。顧客訪問時の担当者による丁寧な対応が好評であり、C社のサービスは競合他社に比べて優れているという、顧客からの好意的な意見が多い。
- ・研究開発部が利用している技術開発支援システムを除く、C社の本社や各工場で利用している情報システム（以下、C社基幹システムという）は、個別に開発・運用・保守をしているので、データが統合されていない。C社基幹システムの構造は複雑化しており、情報システム部ではこの運用・保守に掛かる労力が増加している。
- ・競合他社に打ち勝つために、情報システム部では、AIなどの最新のデジタル技術の早期習得が必要となってきたが、既存情報システムの運用・保守の業務に追われ手が回っていない。

[バリューチェーン]

D課長は、バリューチェーン分析を行うこととし、まず、C社で行っている a を作る活動について、調査・分析した。その結果、C社の諸活動は図1の一般的なバリューチェーンで表されることを確認した。

また、バリューチェーンの諸活動のコストも分析した。

なお、作られた総 a と、 a を作る活動の総コストの差が、b となる。



出典：M. E. ポーター著 “競争優位の戦略” を基に作成

図1 バリューチェーン

〔C社の強みと弱み〕

次に、D課長はバリューチェーンの諸活動について、C社の経営環境から強みと弱みを分析した。

C社の強みを抜粋して、表1に示す。

表1 C社の強み（抜粋）

項番	強み	活動
1	競合他社にはない優れたアイデアの創出や技術の開発をしている。	技術開発
2	独自の製造ノウハウによって競争優位性を保っている。	製造
3	c	出荷物流
4	顧客訪問時の担当者による丁寧な対応が好評である。	サービス

一方、弱みとしては、新たな製品の市場投入の際には特に重要な d の活動が挙げられた。

〔次期情報システム戦略と計画〕

D課長は、これまでの分析結果を基に、C社基幹システムを刷新する次期情報システム戦略を策定し、計画を次のとおり立案した。

- ・SaaSのERPを導入し、カスタマイズは最小限にして極力標準機能を使用することによって、情報システム部では e を削減し、現在できていない f を行う。
- ・経営陣が迅速な意思決定ができるように、データウェアハウスを導入し、様々なソースデータを、g ツールを使ってデータウェアハウスに書き込み、統合する。

- ・同じ顧客を担当する営業員が、情報を共有し効率的な営業を行えるように、SFAを導入する。

SFA で利用が想定される主な機能を表 2 に示す。

表 2 SFA で利用が想定される主な機能

項番	SFA の機能名称	機能概要
1	顧客企業管理	顧客企業の情報を収集し、管理する。
2	顧客担当者管理	名刺の内容をデジタル化し、顧客担当者の情報として管理する。
3	顧客対応管理	製品に対する顧客の意見など営業員が顧客から得た情報や、顧客への対応内容を記録し、情報共有を可能とする。
4	商談管理	営業員が商談の提案内容や進捗状況を入力する。営業マネージャによる商談の状況把握と部下へのコーチングを可能とする。
5	案件管理	顧客からの引合いを受注につなげるために、顧客、担当営業員、提案製品、受注見込額などの営業案件の情報を管理する。
6	予算実績管理	営業員別、顧客別、製品別、期間別などで売上の予算と実績を把握し、進捗を管理する。
7	行動管理	顧客訪問件数、提案製品数、受注率などを定量的に把握して、営業員の行動を管理する。

D 課長が、これらの次期情報システム戦略、計画及び SFA で利用が想定される主な機能を CIO に説明したところ、次の指摘を受けた。

- ・C 社の経営環境やバリューチェーン分析の結果を考慮すると、①ある活動については、C 社基幹システムの機能を ERP の標準機能に置き換えてよいかを慎重に検討すべきである。
- ・表 2 中の、②ある機能は、C 社の経営環境における営業員以外の課題の解決にも役立てることができるので、活用を検討すべきである。

D 課長は CIO の指摘を踏まえて、次期情報システム戦略と計画を修正した。

設問 1 「バリューチェーン」について、本文中の a、本文中及び図 1 中の b 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 売上 | イ 価値 | ウ キャッシュ | エ 顧客満足 |
| オ 差別化 | カ 製品 | キ マージン | |

設問 2 「C 社の強みと弱み」について、(1)、(2)に答えよ。

- (1) 表 1 中の c に入れる C 社の強みを、その理由を含めて 40 字以内で述べよ。
- (2) 本文中の d に入れる適切な字句を、図 1 中の用語で答えよ。

設問 3 「次期情報システム戦略と計画」について、(1)～(4)に答えよ。

- (1) 本文中の e に入れる適切な字句を 15 字以内で、本文中の f に入れる適切な字句を 30 字以内で、それぞれ本文中の字句を用いて答えよ。
- (2) 本文中の g 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 CMDB | イ ETL | ウ OLAP | エ データマイニング |
|--------|-------|--------|------------|

- (3) 本文中の下線①について、ある活動とは何か。図 1 中の用語で答えよ。また、CIO が慎重に検討すべきと指摘した理由を 40 字以内で述べよ。
- (4) 本文中の下線②について、該当する機能を表 2 中の項番で答えよ。

[メ モ 用 紙]

問3 クラスタ分析に用いる k-means 法に関する次の記述を読んで、設問 1～3 に答えよ。

k-means 法によるクラスタ分析は、異なる性質のものが混ざり合った母集団から互いに似た性質をもつものを集め、クラスタと呼ばれる互いに素な部分集合に分類する手法である。新聞記事のビッグデータ検索、店舗の品ぞろえの分類、教師なし機械学習などで利用されている。ここでは、2次元データを扱うこととする。

〔分類方法と例〕

N 個の点を K 個 (N 未満) のクラスタに分類する方法を(1)～(5)に示す。

- (1) N 個の点 (1 から N までの番号が付いている) からランダムに K 個の点を選び (以下、初期設定という)、それらの点をコアと呼ぶ。コアには 1 から K までのコア番号を付ける。なお、K 個のコアの座標は全て異なっていなければならない。
- (2) N 個の点と K 個のコアとの距離をそれぞれ計算し、各点から見て、距離が最も短いコア (複数存在する場合は、番号が最も小さいコア) を選ぶ。選ばれたコアのコア番号を、各点が所属する 1 回目のクラスタ番号 (1 から K) とする。ここで、二つの点を XY 座標を用いて $P=(a, b)$ と $Q=(c, d)$ とした場合、P と Q の距離を $\sqrt{(a-c)^2 + (b-d)^2}$ で計算する。
- (3) K 個のクラスタのそれぞれについて、クラスタに含まれる全ての点を使って重心を求める。ここで、重心の X 座標をクラスタに含まれる点の X 座標の平均、Y 座標をクラスタに含まれる点の Y 座標の平均と定義する。ここで求めた重心の番号はクラスタの番号と同じとする。
- (4) N 個の点と各クラスタの重心 ($G_1, \dots, G_K$) との距離をそれぞれ計算し、各点から見て距離が最も短い重心 (複数存在する場合は、番号が最も小さい重心) を選ぶ。選ばれた重心の番号を、各点が所属する次のクラスタ番号とする。
- (5) 重心の座標が変わらなくなるまで、(3)と(4)を繰り返す。

次の座標で与えられる 7 個の点を、この分類方法に従い、二つのクラスタに分類する例を図 1 に示す。

$$P_1=(1, 0) \quad P_2=(2, 1) \quad P_3=(4, 1) \quad P_4=(1.5, 2) \quad P_5=(1, 3) \quad P_6=(2, 3) \quad P_7=(4, 3)$$

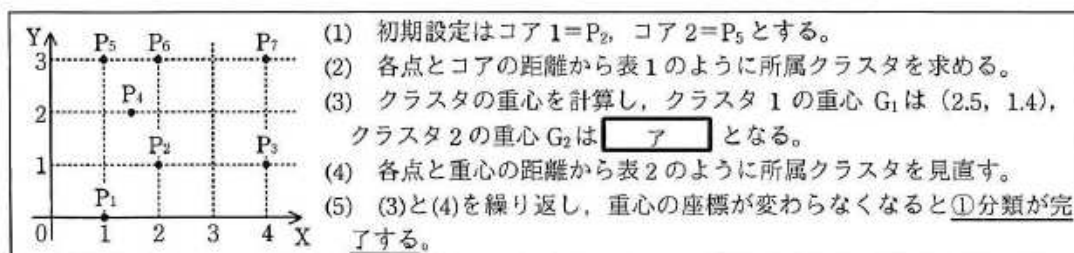


図1 7個の点の分類

表1 コアとの距離と所属クラス

点	コア1との距離	コア2との距離	所属クラス番号
P_1	$\sqrt{2}$	3	1
P_2	0	$\sqrt{5}$	1
P_3	2	$\sqrt{13}$	1
P_4	$\sqrt{5}/2$	$\sqrt{5}/2$	1
P_5	$\sqrt{5}$	0	2
P_6	2	1	2
P_7	$2\sqrt{2}$	3	1

表2 重心との距離と次の所属クラス

点	重心 G_1 との距離	重心 G_2 との距離	次の所属クラス番号
P_1	2.05	3.04	1
P_2	0.64	2.06	1
P_3	1.55	3.20	1
P_4	1.16	1.00	2
P_5	2.19	0.50	2
P_6	1.67	0.50	2
P_7	2.19	2.50	1

注記 距離は小数第3位以下切捨て

[クラス分析のプログラム]

この手法のプログラムを図2に、プログラムで使う主な変数、関数及び配列を表3に示す。ここで、配列の添字は全て1から始まり、要素の初期値は全て0とする。

表3 クラス分析のプログラムで使う主な変数、関数及び配列

名称	種類	内容
core[t]	配列	コア番号がtである点 P_m の番号 m を格納する。
initial(K)	関数	初期設定として次の処理を行う。N個の点 $\{P_1, P_2, \dots, P_N\}$ からランダムに異なる K 個を抽出し、その番号を順に配列 core に格納する。
data_dist(s, t)	関数	点 P_s とコア番号がtである点の距離を返す。
grav_dist(s, t)	関数	点 P_s と重心 G_t の距離を返す。
data_length[t]	配列	ある点から見た、コア番号がtである点との距離を格納する。
grav_length[t]	配列	ある点から見た、重心 G_t との距離を格納する。
min_index() 引数は data_length 又は grav_length	関数	配列の中で、最小値が格納されている添字 s を返す。最小値が二つ以上ある場合は、最も小さい添字を返す。 例 右の配列に対する戻り値は2 添字 1 2 3 4 5 配列 5 1 4 1 3
cluster[s]	配列	点 P_s が所属するクラス番号を格納する。
coordinate_x[s]	配列	重心 G_s の X 座標を格納する。

表 3 クラスタ分析のプログラムで使う主な変数、関数及び配列（続き）

coordinate_y[s]	配列	重心 G_s の Y 座標を格納する。
gravity_x(s)	関数	クラスタ s の重心 G_s を求め、その X 座標を返す。
gravity_y(s)	関数	クラスタ s の重心 G_s を求め、その Y 座標を返す。
flag	変数	フラグ（値は 0 又は 1）

```

function clustering (N, K)           //N はデータ数, K はクラスタ数
    MaxCount ← 100                  //無限ループを防ぐため最大見直し回数を設定
    initial(K)                      //初期設定
    for( s を 1 から N まで 1 ずつ増やす ) //クラスタを決定 (1 回目)
        for( t を 1 から K まで 1 ずつ増やす )
            data_length[t] ← data_dist(s, core[t])
        endfor
        cluster[s] ← min_index(data_length)
    endfor
    for( p を 1 から MaxCount まで 1 ずつ増やす ) //クラスタを見直す
        if( p が 1 と等しい )
            for(  イ  ) //1 回目の重心の計算
                coordinate_x[t] ← gravity_x(t)
                coordinate_y[t] ← gravity_y(t)
            endfor
        else
             ウ 
            for(  エ  ) //2 回目以降の重心の計算
                if( gravity_x(t) と coordinate_x[t] が異なる //重心を修正する
                    又は gravity_y(t) と coordinate_y[t] が異なる )
                    coordinate_x[t] ← gravity_x(t)
                    coordinate_y[t] ← gravity_y(t)
                    flag ← 1
                endif
            endfor
            if(  エ  ) //終了して抜ける
                return
            endif
        endif
        for( s を 1 から N まで 1 ずつ増やす ) //近い重心を見つける
            for( t を 1 から K まで 1 ずつ増やす )
                grav_length[t] ← grav_dist(s, t)
            endfor
             オ 
        endfor
    endfor
endfunction

```

図 2 クラスタ分析の関数 clustering のプログラム

〔初期設定の改良〕

このアルゴリズムの最終結果は初期設定に依存し、そこでのコア間の距離が短いと適切な分類結果を得にくい。そこで、関数 initial において一つ目のコアはランダムに選び、それ以降はコア間の距離が長くなる点を選ばれやすくなるアルゴリズムを検討した。検討したアルゴリズムでは、 t 番目までのコアが決まった後、 $t+1$ 番目のコアを残った点から選ぶときに、それまでに決まったコアから離れた点を、より高い確率で選ぶようにする。具体的には、それまでに決まったコア（コア 1～コア t ）と、残った $N-t$ 個の点から選んだ点 P_s との距離の和を T_s とする。 $N-t$ 個の全ての点について T_s を求め、 T_s が ほど高い確率で点 P_s が選ばれるようにする。このとき、点 P_s が $t+1$ 番目のコアとして選ばれる確率として を適用する。

設問 1 〔分類方法と例〕について、(1), (2)に答えよ。

- (1) 図 1 中の に入れる座標を答えよ。
- (2) 図 1 中の下線①のように分類が完了したときに、 P_1 と同じクラスタに入る点を全て答えよ。

設問 2 図 2 中の ～ に入れる適切な字句を答えよ。

設問 3 〔初期設定の改良〕について、(1), (2)に答えよ。

- (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 大きい

イ 小さい

- (2) 本文中の に入れる適切な式を T_s と Sum を使って答えよ。

ここで、Sum は $N-t$ 個の全ての T_s の和とする。

問4 IoT 技術を活用した駐車場管理システムに関する次の記述を読んで、設問 1～4 に答えよ。

K 社は、大都市圏を中心に約 10 万台分の時間貸し駐車場（以下、駐車場という）を所有する駐車場運営会社である。K 社が所有する駐車場の“満車”、“空車”の状況や課金状況などは、K 社が構築した駐車場管理システムで管理している。K 社では、5 年後には所有する駐車場を約 20 万台分に拡大する計画に加え、新規事業の拡大や顧客サービスの向上策を検討することになった。

K 社の経営企画部で、顧客サービスの向上策を検討した結果、その一つとして、駐車場の利用状況を表示するスマートフォン向けアプリケーションソフトウェア（以下、駐車場アプリという）を開発することになった。

〔駐車場管理システムと駐車場アプリの仕様の検討〕

経営企画部の L さんは、駐車場アプリを実現するために、既存の駐車場管理システムを拡張することを検討した。拡張する機能仕様とシステム要件の案の一部を表 1 に、駐車場アプリの仕様案の一部を表 2 に示す。

表 1 拡張する機能仕様とシステム要件の案（一部）

項番	機能仕様とシステム要件
1	駐車場全体の満車・空車情報に加えて、駐車できる個別のスペース（以下、パーキングスロットという）ごとに利用状況を確認できるセンサを設置して、利用状況を表示する。パーキングスロットに設置するセンサはバッテリー給電とする。
2	センサで温度・湿度・気圧などの環境情報を取得して、顧客が閲覧できるようにする。環境情報は、気象データの外販などの新規事業での活用を考慮して、最大 5 年分蓄積する。このシステムで受信可能なパーキングスロットごとの環境情報データのサイズは、1 回当たり最大 2,000 バイトとする。
3	センサからのデータの蓄積や駐車場アプリへのデータ提供のために、クラウドサービスを利用する。
4	全国 47 都道府県の主要な駅周辺の駐車場で、最大 20 万台分のパーキングスロットの情報が扱えるシステムとする。
5	最大 1,000 の駐車場アプリからの同時アクセスを可能とする。

表 2 駐車場アプリの仕様案（一部）

項番	仕様の概要
1	駐車場ごと、パーキングスロットごとの利用状況を表示する。
2	駐車場を指定して、問合せ時刻における駐車場全体の利用状況を表示する。
3	パーキングスロットの環境情報を付加情報として表示する。

Lさんは、表1及び表2の案を実現するために、パーキングスロットに設置する、センサを内蔵した通信端末（以下、端末Pという）の仕様を検討した。端末Pの仕様案の一部を表3に示す。

表 3 端末Pの仕様案（一部）

項目	仕様の概要
収集する情報とデータサイズ	一つのパーキングスロットの利用状況情報及び環境情報 1回当たりに通信するデータサイズは、HTTPの場合2,000バイト
データ送信方式（候補）	HTTP, HTTPS (HTTP Over TLS), MQTT (Message Queuing Telemetry Transport), MQTTS (TLSで暗号化したMQTT)
無線通信方式（候補）	BLE, LPWA, LTE, Wi-Fi
保存可能なデータ量	2Gバイト
電源方式	バッテリー給電

注記1 各情報には、端末を特定する情報や日時情報などを含む。

注記2 データサイズには、通信プロトコルなどの制御情報を含む。

〔無線通信方式の検討〕

Lさんは、表3に示す無線通信方式の候補から、表1の項番4の仕様を実現するために適切な方式を検討した。検討の過程を次に示す。

LTEは、携帯電話やスマートフォン向けのモバイル通信サービスで利用されている方式であり、全国47都道府県で利用可能である。

LPWAは、通信速度は a が、 b の通信方式として、IoT向けに低価格のサービスが普及している。LTEを活用したLPWA（以下、LTE-M方式という）を利用すれば、LTEと同様に全国47都道府県で利用可能である。

Wi-Fi及びBLEは、PCやスマートフォンの通信に利用されることが多い通信方式

である。BLE も b という特徴がある。しかし、いずれも、端末 P からクラウドサービスにデータを送信するために、別の無線通信や有線回線などと組み合わせる必要がある。

検討の結果、端末 P の通信方式には LTE-M 方式の LPWA 通信サービス（以下、LPWA 通信サービスという）を採用することにした。

〔LPWA 通信サービスの選択〕

端末 P で利用可能な LPWA 通信サービスでは、月間に使用できる最大データ通信量に応じて異なる料金プランが用意されていた。候補となった LPWA 通信サービスの料金プランを表 4 に示す。

表 4 端末 P で利用可能な LPWA 通信サービスの料金プラン

料金プランの名称	月間の最大データ通信量	通信料金（月額）
プラン A	100k バイト	150 円
プラン B	500k バイト	200 円
プラン C	2,000k バイト	300 円

注記 1 各料金プランとも、サービスエリアは 47 都道府県の主要駅周辺をカバーしている。

注記 2 消費電力量はいずれのサービスも同程度である。

注記 3 各料金プランとも、最大通信速度は上り下りともに 1,000k ビット／秒である。

表 2 の各仕様を満足させるために、端末 P からクラウドサービスにデータを送信する頻度は、パーキングスロットの利用状況が変わるごととし、1 分以内に送信することを基本とした。ただし、利用状況が長時間変わらない場合も環境情報の更新のために定期的に送信する。なお、1 台の端末 P 当たりの送信回数は、1 日 30 回を上限とした。また、使用するデータ送信方式は、表 3 の候補から HTTP を用いることにした。この仕様を満たした上で、HTTP 通信での通信料金が最も安くなる①LPWA 通信サービスの料金プランを選択した。

〔クラウドサービスへのデータ蓄積とサービス提供〕

表 2 の各仕様を実現するために、全てのパーキングスロットに端末 P を設置して、

〔LPWA 通信サービスの選択〕で検討した頻度でクラウドサービスにデータを送信し、蓄積することにした。

一方、駐車場アプリからクラウドサービスへのアクセスでは、利用者のスマートフォン 1 台あたりに必要な帯域は 64k ビット/秒と想定した。

結果として、クラウドサービスで使用する②通信帯域は、端末 P からのデータ収集と駐車場アプリ利用者のスマートフォンからのアクセスが同時に発生することを想定して、確保することにした。

また、クラウドサービスの③保存領域は、5 年後に計画されている拡大した駐車場の台数でも、環境情報が最大 5 年間保管できるように、確保することにした。

〔データ送信方式の検討〕

LPWA 通信でエラーが発生した期間に、送信すべきデータが欠損することを避けるために、端末 P に送信すべきデータを蓄積し、現在のデータを送信する際に、過去に送信できなかったデータを選別して、同時に送信することにした。送信エラーが続く、送信データ量の累積が c を超えないように、新しいデータから順に選んで送信することにした。

また、〔LPWA 通信サービスの選択〕で検討時に想定した HTTP では端末 P からクラウドサービスに送信するデータが暗号化されないことから、データ送信方式には、表 3 に示した候補から、④暗号化通信時に最も通信量の少ない方式を採用することにした。

L さんは、検討した実現方式を上司に説明し、承認された。

設問 1 本文中の a，b 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 遅い イ 省電力 ウ 大容量 エ 速い

設問 2 〔LPWA 通信サービスの選択〕について、(1)、(2)に答えよ。

(1) パーキングスロットの利用状況が変わった際に、端末 P からパーキングスロットの利用状況情報及び環境情報をクラウドサービスに HTTP 通信で 1 分

以内に送信するのに必要な最低限の通信速度は何ビット／秒か答えよ。答えは小数第2位を四捨五入して小数第1位まで求めよ。

- (2) 本文中の下線①で、選択した LPWA 通信サービスの料金プランの名称を、表4の料金プランの名称で答えよ。

設問3 「クラウドサービスへのデータ蓄積とサービス提供」について、(1)、(2)に答えよ。

- (1) 本文中の下線②で、クラウドサービスの HTTP 通信で必要となる最低限の通信帯域を解答群の中から選び、記号で答えよ。なお、対象とする通信は、端末 P からのデータ収集と駐車場アプリ利用者のスマートフォンからのアクセスだけとし、それ以外の通信は無視できるものとする。

解答群

ア 26.7M ビット／秒 イ 53.4M ビット／秒 ウ 64.0M ビット／秒
エ 90.7M ビット／秒 オ 117.4M ビット／秒 カ 128.0M ビット／秒

- (2) 本文中の下線③で、環境情報を保存するためにクラウドサービスで必要となる最低限の保存領域は、何 T バイトか答えよ。答えは小数第2位を四捨五入して小数第1位まで求めよ。

設問4 「データ送信方式の検討」について、(1)、(2)に答えよ。

- (1) 本文中の c に入れる適切な字句を15字以内で答えよ。
(2) 本文中の下線④で採用したデータ送信方式を答えよ。

[× 毛 用 紙]

問5 チャット機能の開発に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

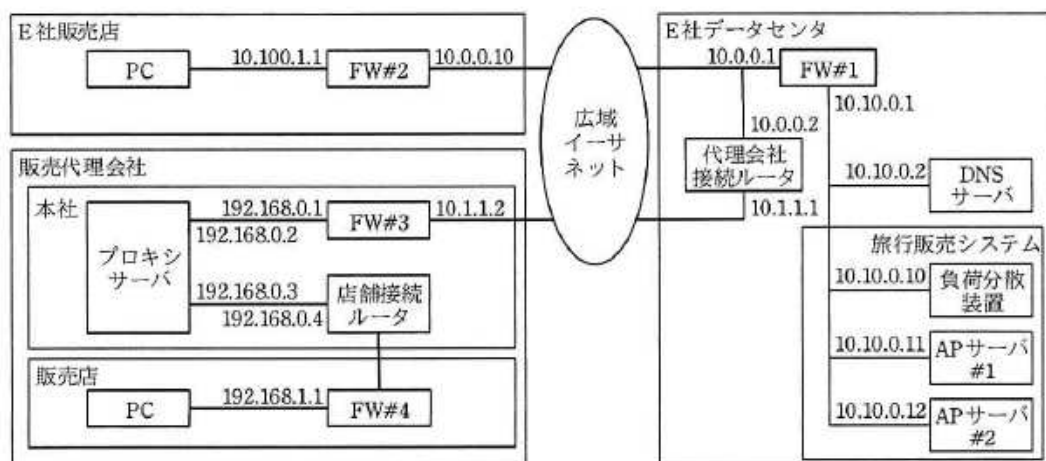
E社は、旅行商品の企画、運営、販売を行う旅行会社である。E社の旅行商品は、自社の販売店と販売代理会社の販売店を通じて販売している。販売店に顧客が来ると、販売スタッフがE社の旅行販売システムを利用して、顧客の要望に合う旅行商品を検索し、顧客に提案している。また、顧客からの旅行商品に関する質問の回答が分からない場合、E社の販売店向けコールセンタに電話で問い合わせることになっているが、販売店からは“コールセンタに電話が繋がらない”などの苦情が出ている。

そこでE社は、販売店とコールセンタのスタッフがテキストメッセージで相互にやり取りできるチャット機能を、旅行販売システムに追加することにした。チャット機能の開発は、E社システム部門のF君が担当することになった。

〔ネットワーク構成の調査〕

F君は、チャット機能を開発するに当たり、現在のネットワーク構成を調査した。

図1にF君が調査したネットワーク構成（抜粋）を示す。



FW: ファイアウォール APサーバ: アプリケーションサーバ

図1 F君が調査したネットワーク構成（抜粋）

旅行販売システムは、2台のAPサーバと負荷分散装置から構成されている。負荷分散装置はAPサーバの負荷を分散させるために利用される。DNSサーバのAレコ

ードには、旅行販売システムの IP アドレスとして a が登録されている。

販売代理会社の販売店の PC から旅行販売システムへの通信は、FW、ルータ、プロキシサーバを経由している。FW#3 では、NAPT を行い、宛先ポートが 53 番ポート、80 番ポート又は 443 番ポートで宛先ネットワークアドレスが 10.10.0.0 の IP パケットとその返信 IP パケットだけを通信許可する設定となっている。

販売代理会社の販売店の PC が HTTP を利用して旅行販売システムにアクセスする場合、プロキシサーバは PC から受信した GET メソッドを参照して、AP サーバへ HTTP リクエストを送信する。一方、HTTP Over TLS を利用する場合は、プロキシサーバは旅行販売システムの機器と TCP コネクションを確立し、①PC から受信したデータをそのまま送信する。

また、販売代理会社の販売店の PC から旅行販売システムへアクセスする場合、PC から FW#4 に送信される IP パケットの宛先 IP アドレスは b となり、代理会社接続ルータから FW#1 に送信される IP パケットの送信元 IP アドレスは c となる。

[チャット機能の実装方式の検討]

次に F 君は、チャット機能の実装方式を検討した。チャット機能を実装する場合、旅行販売システムで利用している②HTTP では実装が困難である。そこで F 君は、チャット機能の実装のために WebSocket について調査を行った。図 2 に F 君が調査した WebSocket を利用した通信（抜粋）を示す。



注記 図中の PC は、E 社販売店の PC と販売代理会社の販売店の PC を指す。

図 2 F 君が調査した WebSocket を利用した通信（抜粋）

WebSocket を利用すると、PC と AP サーバの間の HTTP を用いた通信を拡張し、任意フォーマットのデータの双方向通信ができる。WebSocket を利用するためには、PC から AP サーバに HTTP と同様の GET メソッドを送信する。この GET メソッドの HTTP ヘッダに “Upgrade: websocket” と “Connection: Upgrade” を含めることで、PC と AP サーバの間で WebSocket の接続が確立する。接続が確立したら、PC と AP サーバのどちらからでも、テキストメッセージを送信できる。

この調査結果から F 君は、IRC (Internet Relay Chat) プロトコルや新たにチャット機能専用のプロトコルを利用する場合と比較し、③WebSocket を利用することで販売代理会社の FW やルータの設定変更を少なくできると考えた。

[チャット機能の設計レビュー]

F 君は、AP サーバにチャット機能を追加するための設計を行い、上司の G 課長のレビューを受けた。レビューの結果、G 課長から次の 2 点の指摘があった。

指摘 1. WebSocket は TCP コネクションを確立したままにするので、負荷分散装置を経由してチャット機能へアクセスすると、旅行販売システムの既存機能へのアクセスに影響がある。

指摘 2. チャット機能を WebSocket Over TLS に対応させないと、販売代理会社からプロキシサーバを経由してチャット機能にアクセスできない。

F 君は指摘 1 について、チャット機能では負荷分散装置を使わないことにし、E 社データセンタ内にある機器を利用した④ほかの負荷分散方式に変更した。

次に指摘 2 について、WebSocket を利用した通信では TCP コネクションを確立したままにする必要があるので、プロキシサーバの HTTP Over TLS のデータをそのまま送信する機能を利用することで、プロキシサーバ経由でチャット機能が利用できる。そこで、F 君は TLS 証明書を d にインストールし、チャット機能の通信を HTTP Over TLS に対応させた。

その後 F 君が、チャット機能を旅行販売システムに追加したことで、販売店でのチャット機能の利用が開始された。

設問1 [ネットワーク構成の調査] について、(1)～(3)に答えよ。

- (1) 本文中の a ～ c に入れる適切な IP アドレスを図1中の字句を用いて答えよ。
- (2) E 社販売店の PC 及び販売代理会社の販売店の PC が旅行販売システムにアクセスするためには、どの機器の DNS 設定に E 社の DNS サーバの IP アドレスを設定する必要があるか、解答群の中から全て選び、記号で答えよ。

解答群

- | | |
|------------------|-----------|
| ア E 社販売店の PC | イ FW#1 |
| ウ FW#2 | エ FW#3 |
| オ FW#4 | カ 店舗接続ルータ |
| キ 販売代理会社の販売店の PC | ク 負荷分散装置 |
| ケ プロキシサーバ | |

- (3) 本文中の下線①について、プロキシサーバが PC から送信されたデータをそのまま送信するのはなぜか、30 字以内で述べよ。

設問2 [チャット機能の実装方式の検討] について、(1), (2)に答えよ。

- (1) 本文中の下線②について、チャット機能を HTTP で実装するのはなぜ困難か、解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

- ア PC は AP サーバ上のファイルを取得することしかできないから
- イ PC へのメッセージ送信は AP サーバ側で発生したイベントを契機として行うことができないから
- ウ TCP コネクションを確立したままにできないから
- エ どの PC から送られたメッセージか、AP サーバが判別できないから

- (2) 本文中の下線③について、FW やルータへの設定変更を少なくできるのはなぜか、WebSocket と HTTP の共通点に着目して、20 字以内で述べよ。

設問3 [チャット機能の設計レビュー] について、(1), (2)に答えよ。

- (1) 本文中の下線④について、どのような負荷分散方式に変更したか、20 字以内で答えよ。
- (2) 本文中の d に入れる適切な機器名を、図1中の字句を用いて全て答えよ。

問6 経営分析システムのためのデータベース設計に関する次の記述を読んで、設問 1～4 に答えよ。

P 社は、個人向けのカーシェアリングサービスを運営する MaaS（Mobility as a Service）事業者である。シェアリングのニーズが高い大都市の地区を中心に、500 駐車場で約 2,000 台の自動車（以下、車両という）を貸し出している。P 社には本社のほかに、各地区でのサービス運営を担当する支社が 10 社ある。本社はサービス全体を統括しており、新サービスの企画やマーケティングなどを行っている。支社は貸出管理システムを用いて現場で車両の貸出管理業務を行っている。

本社では、サービス運営状況を多角的な観点でタイムリーに把握して、適切な意思決定を行うために、貸出管理システムのデータをソースとする経営分析システムを構築することになった。本社の情報システム部の Q さんはデータエンジニアに任命され、データサイエンティストである R さんとプロジェクトを推進することになった。

〔データソースの調査〕

貸出管理システムには、貸出予約及び貸出実績のデータが過去 5 年間分蓄積されている。貸出管理システムのデータモデルの抜粋を図 1 に示す。

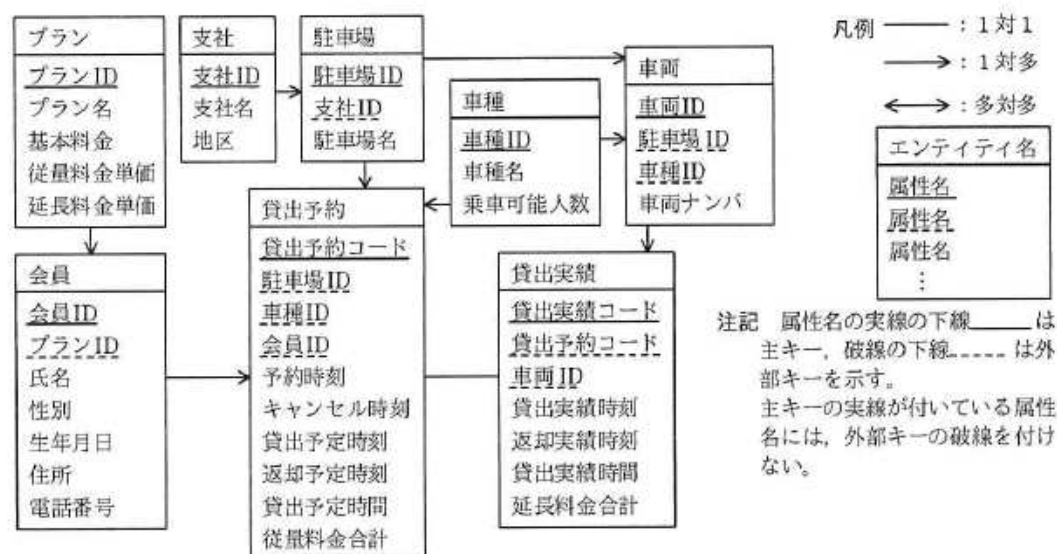


図1 貸出管理システムのデータモデル（抜粋）

利用希望者はあらかじめ P 社の会員になり、いずれかのプランに加入しておく必要がある。プランごとに基本料金（月額）、従量料金及び延長料金（いずれも 10 分単位）の単価が決まっている。会員が車両を借りたいときは、P 社のホームページで借りたい日時や駐車場、車種などを選択し、貸出を予約する。貸出や返却の実績時刻が予約時の内容と異なる場合であっても、貸出予約の情報は修正しない。従量料金合計は予約時に指定された貸出予定時間を基に算出する。予約時に指定した返却予定時刻より早い時刻に返却しても、従量料金合計は減算しない。予約時に指定した返却予定時刻より遅い時刻に返却した場合は遅延返却として扱う。遅延返却は後の時間帯に予約している別の会員の迷惑となるので、超過した時間については従量料金よりも高い延長料金によって延長料金合計を算出する。これによって、遅延返却の発生件数（以下、遅延返却発生件数という）の低減を図っている。毎月末に当月の基本料金、従量料金合計及び延長料金合計を合算して、翌月に会員に請求する。

貸出管理システムのデータベースでは、データモデルのエンティティ名を表名にし、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、データを管理している。時刻は TIMESTAMP 型、年月日は DATE 型で定義されている。

また、P 社では KPI の一つとして車両稼働率を重視している。車両稼働率とは、各車両における 1 日当たりの貸出実績時間の割合である。平均車両稼働率の目標データは、表計算ソフトのデータとして、年月日別・駐車場別・車種別に過去 3 年間分が蓄積されており、それ以前のデータは破棄されている。

[業務要件の把握]

P 社の経営企画部では、車両の追加整備計画の立案を検討している。R さんは経営企画部にヒアリングを行い、経営分析システムの業務要件を把握した。業務要件の抜粋を図 2 に示す。

Q さんは、データソースの調査結果を踏まえて、図 2 の業務要件の実現可能性を評価した。その結果、①業務要件の一部は経営分析システムの運用開始直後には実現できないことが判明した。対応方針を経営企画部と協議した結果、業務要件は変更せず、運用開始直後の分析は、実現可能な範囲で行うことで合意した。

- ・地区別の人気車種、会員の性別・年代別の人気車種、駐車場別・車種別の平均車両稼働率、駐車場別・会員別の遅延返却発生件数を分析できること。なお、貸出実績の件数（以下、貸出実績件数という）が多い場合を人気車種であるとみなす。
- ・表計算ソフトのデータを用いて、平均車両稼働率の目標比や前年同期比を分析できること。
- ・これらのいずれにおいても、年別、月別、日別、週別、曜日別といった時間軸で傾向を分析できること。
- ・過去5年間について、分析対象期間を柔軟に変更して、期間による傾向の違いを分析できること。
- ・毎週月曜日の朝に最新のデータを確認できること。ただし、遅延返却発生件数については前日までの実績を翌営業日の朝に確認できること。
- ・貸出実績件数及び遅延返却発生件数は貸出予定の日付で集計すること。

図2 経営分析システムの業務要件（抜粋）

〔経営分析システムのデータモデル設計〕

次に、Qさんは図2の業務要件を基に、経営分析システムのデータモデルを多次元データベースとして設計した。多次元データベースの実装には、データモデルのエンティティ名を表名にし、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を用いることにした。列指向データベースは用いず、データを行単位で扱う行指向データベースを用いることにした。問合せの処理性能を考慮して、データモデルの構造には a 構造を採用した。経営分析システムのデータモデルの抜粋を図3に示す。

経営分析システムには、最長で過去5年間分のデータを蓄積することにした。

年月日の週と曜日は、事前に定義したSQLのユーザ定義関数を用いて取得できる。

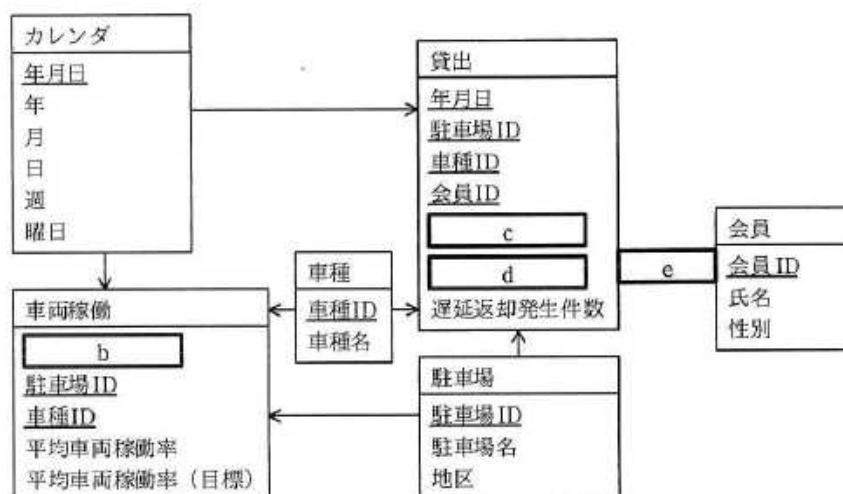


図3 経営分析システムのデータモデル（抜粋）

〔データ加工処理の開発〕

貸出管理システムのデータベースから経営分析システムのデータベースへのデータ連携時に、一部のデータを加工する必要がある。Qさんは、データ加工処理用のデータベースを用意し、データ加工を行うバッチ処理プログラムを開発した。図4のSQL文は、そこで用いられている図3の貸出表の遅延返却発生件数データを作成するためのものである。ここで、TIMESTAMP_TO_DATE関数は、指定されたTIMESTAMP型の時刻をDATE型の年月日に変換するユーザ定義関数である。

バッチ処理プログラムでは、図4のSQL文で作成したデータを貸出表に挿入する際、遅延返却発生件数が0件のレコードに対する処理も別途行うようになっている。

```
SELECT R.貸出予定年月日, R.駐車場ID, R.車種ID, R.会員ID, COUNT(*) AS 遅延返却発生件数
FROM (SELECT Y.貸出予約コード, Y.駐車場ID, Y.車種ID, Y.会員ID,
TIMESTAMP_TO_DATE(Y.貸出予定時刻) AS 貸出予定年月日, Y.返却予定時刻 FROM 貸出予約 Y) R
WHERE R.返却予定時刻 < J.返却実績時刻
```

図4 遅延返却発生件数データを作成するSQL文

〔分析のレスポンス性能の改善〕

性能検証を実施したところ、分析対象期間を過去複数年間、時間軸を月別として人気車種及び遅延返却発生件数を分析する場合、種々の分析に時間が掛かり過ぎるので改善してほしいという要望が経営企画部から挙がった。経営分析システムのデータベースのインデックスは既に適切に作成している。分析のレスポンス性能を改善するために、Qさんは②データマートとして集計表を追加した。

設問1 本文中の下線①について、実現できない業務要件を40字以内で具体的に答えよ。

設問2 〔経営分析システムのデータモデル設計〕について、(1)、(2)に答えよ。

- (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 3層スキーマ

イ オブジェクト指向

ウ スタースキーマ

エ スノーフレイクスキーマ

オ 第3正規形

カ 非正規形

- (2) 図3中の b ～ e に入れる適切なエンティティ間の関連及び属性名を答えよ。なお、エンティティ間の関連及び属性名の表記は図1の凡例及び注記に倣うこと。

設問3 「データ加工処理の開発」について、(1)、(2)に答えよ。

- (1) 図4中の f , g に入れる適切な字句を答えよ。なお、表の列名には必ずその表の関連名を付けて答えよ。
- (2) 図4のSQL文を実行するべき頻度を2字以内で答えよ。

設問4 本文中の下線②について、追加した集計表の主キーを答えよ。

[× 毛 用 紙]

問7 デジタル補聴器の設計に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

H社は、デジタル補聴器を開発している会社である。開発するデジタル補聴器（以下、新補聴器という）は、ソフトウェアでの信号処理によって、入力された音を八つの周波数帯（以下、それぞれを帯域という）に分割し、帯域ごとの音量設定ができる。さらに、入力された音の大きさに応じて自動的に音量の調節を行う自動音量調節（以下、AVC という）の機能がある。想定される利用者は、特定の帯域の音が聞き取りにくい人などである。入力された音の帯域への分割を図1に示す。

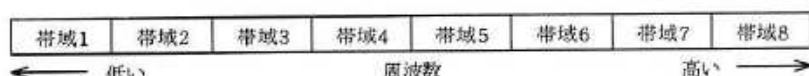


図1 入力された音の帯域への分割

利用者は、スマートフォンのアプリケーションプログラム（以下、スマホアプリという）を使用して、帯域ごとの音量設定に必要な各種パラメタ（音量パラメタなど）を変更する。

[ハードウェア構成]

新補聴器のハードウェア構成を図2に示す。

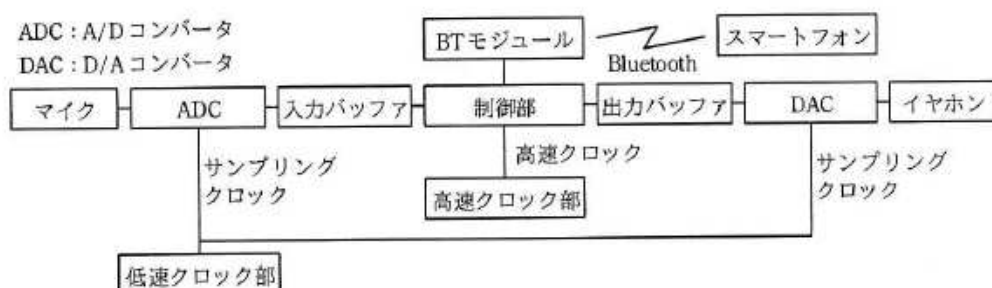


図2 新補聴器のハードウェア構成

- ・BTモジュールは、Bluetoothを介してスマホアプリと通信する。
- ・ADCは、マイクから入力されたアナログ信号を、1秒間に24,000回サンプリングし、16ビットの符号付き整数のデータに変換して入力バッファに書き込む。64サ

ンプルのデータを 1 フレームとして書き込み、書き込みが完了したことを制御部に通知する。この通知を受信完了通知という。

- ・制御部は、受信完了通知を受けると 1 フレーム分のデータを処理して出力バッファに書き込む。演算は全て整数演算であり、浮動小数点演算は使用しない。
- ・DAC は、出力バッファに書き込まれた 16 ビットの符号付き整数のデータをアナログ信号に変換する。
- ・低速クロック部は、ADC 及び DAC に 24 kHz のサンプリングクロックを供給する。
- ・高速クロック部は、制御部に高速クロックを供給する。高速クロックの周波数は f_0 又はその整数倍で、ソフトウェアによって決定することができる。

[入力バッファ及び出力バッファ]

入力バッファ及び出力バッファは、それぞれ三つのブロックで構成されている。一つのブロックには 1 フレーム分のデータを格納できる。入力バッファ及び出力バッファのサイズはともに a バイトである。

ADC 及び DAC は、入力バッファ及び出力バッファの同じブロック番号のブロックにアクセスする。制御部は、ADC によるデータの書き込みが完了したブロックにアクセスする。ADC、DAC 及び制御部は、ブロック 3 にアクセスした後、ブロック 1 のアクセスに戻る。

バッファの使用例を図 3 に示す。(1)ADC 及び DAC がブロック 1 にアクセスしているとき、制御部はブロック 3 にアクセスする。次に、(2)ADC 及び DAC がブロック 2 にアクセスしているとき、制御部はブロック 1 にアクセスする。

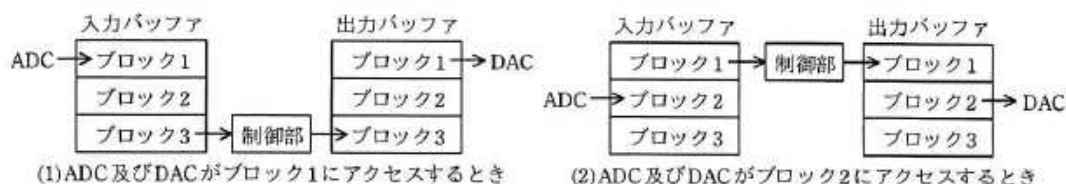


図 3 バッファの使用例

マイクからのアナログ信号が ADC で処理されてから、イヤホンから出力されるまでの時間は b ミリ秒になる。

〔新補聴器のソフトウェア〕

制御部のソフトウェアの主な処理内容は、①信号処理、②合成、③AVC である。制御部が受信完了通知を受けると、次に示すように処理を行う。

- ① サンプルングしたデータから一つの帯域を抽出し、帯域に割り当てられた音量パラメタを乗じる。これを八つの帯域に対して行う。
- ② ①で得られたそれぞれの帯域のデジタル信号を合成して一つのデジタル信号にする。
- ③ 合成されたデジタル信号について、AVC で音量を調節して、出力バッファに書き込む。

新補聴器の消費電力をできるだけ抑えたい。新補聴器では、消費電力は供給される高速クロックの周波数に比例し、ソフトウェアの実行時間（以下、実行時間という）は高速クロックの周波数に反比例することが分かっている。

最適なクロック周波数を決定するために、高速クロックの周波数を用いて、①～③の実行時間を計測した。

1 フレーム分のデータを処理するとき、①の一つの帯域の最大実行時間を T_f 、②の最大実行時間を T_s 、③の最大実行時間を T_a としたとき、1 フレーム分のデータを処理する最大実行時間 T_d は、 $8 \times \boxed{c} + \boxed{d} + \boxed{e}$ で表すことができる。

受信完了通知から次の受信完了通知までの時間を T_{frame} とし、高速クロックとして周波数 f_0 を供給したときの各処理の実行時間を表 1 に示す。①～③の全ての処理が T_{frame} 内に完了し、かつ、消費電力が最も抑えられる周波数について、表 1 を基に決定する。

表 1 高速クロックとして周波数 f_0 を供給したときの各処理の実行時間

処理	実行時間
①の一つの帯域の処理	$T_f = 0.30 \times T_{\text{frame}}$
②の処理	$T_s = 0.05 \times T_{\text{frame}}$
③の処理	$T_a = 0.20 \times T_{\text{frame}}$

〔AVC 処理〕

〔新補聴器のソフトウェア〕の③の処理は、1 フレームごとに実行し、適切な音声
を出力するように音量を調節する。合成されたデジタル信号の大きさを確認して
所定の大きさよりも大きいときは音量を小さくし、所定の大きさよりも小さいとき
は音量を大きくする。

音量を変更するときは 1 フレームごとに音量を変化させ、M 又は M+1 フレーム
間で徐々に目標の音量にする。M は 2 以上の値でシステムの定数である。目標の音
量に到達したら、その次のフレームの合成された信号について目標の音量を決定し、
同様の音量調節を行う。

〔AVC 処理のソフトウェア〕

AVC の処理フローで使用する変数、関数、定数を表 2 に、AVC の処理フローを図
4 に示す。特定の条件では、目標の音量を決定したとき、直ちに音量を目標の音量に
する。そのための判定を網掛けした判定部で行っている。演算は全て整数演算であ
る。

表 2 AVC の処理フローで使用する変数、関数、定数

変数・関数・定数	形式	機能など
dv	静的変数	音量のフレームごとの変化分であり、初期値は 0
v	静的変数	現在の音量であり、初期値は利用者の設定した値
vt	静的変数	AVC の目標の音量
p	動的変数	合成されたデジタル信号の大きさ
getPower()	関数	合成されたデジタル信号の大きさを算出
getTarget(p)	関数	合成されたデジタル信号の大きさ (p) から目標の音量を算出
M	定数	目標の音量に変化させるフレーム数であり、2 以上の値の定数

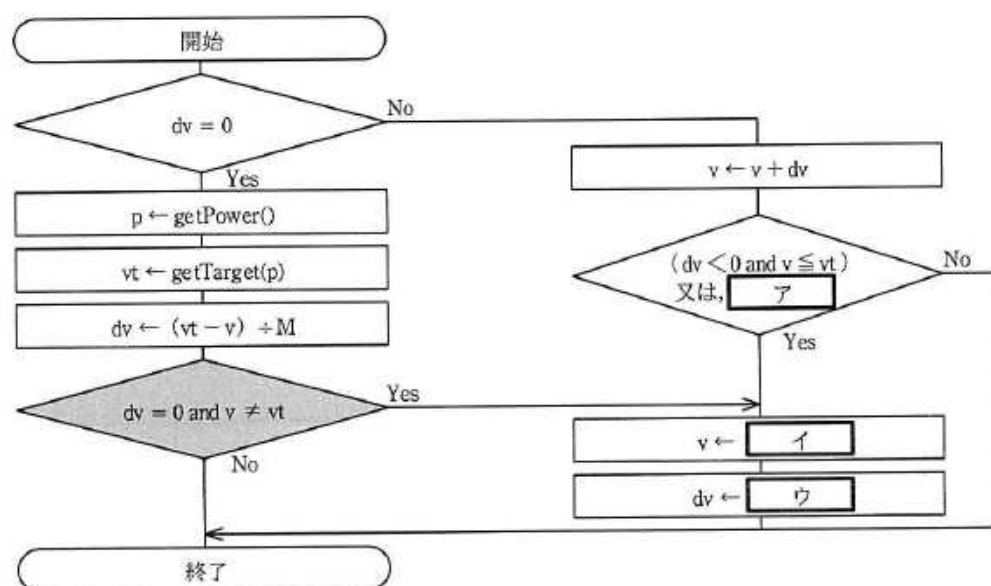


図 4 AVC の処理フロー

設問 1 入力バッファ及び出力バッファについて, (1), (2)に答えよ。

- (1) 本文中の a に入れる適切な数値を答えよ。
- (2) 本文中の b に入れる適切な数値を答えよ。答えは小数第 2 位を四捨五入して, 小数第 1 位まで求めよ。ここで, ADC の変換時間及び DAC の変換時間は無視できるものとする。

設問 2 新補聴器のソフトウェアについて, (1), (2)に答えよ。

- (1) 本文中の c ～ e に入れる適切な字句を答えよ。
- (2) 決定した高速クロックの周波数は f_0 の何倍か。適切な数値を整数で答えよ。

設問 3 AVC 処理のソフトウェアについて, (1), (2)に答えよ。

- (1) 図 4 中の ア ～ ウ に入れる適切な字句を答えよ。
- (2) 図 4 中の網掛けした判定部において, 判定結果が “Yes” となるのは, 音量がどのような場合か。40 字以内で述べよ。

〔メモ用紙〕

問8 クーポン券発行システムの設計に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

X社は、全国に約400店のファミリーレストランを展開している。X社の会員向けWebサイトでは、割引料金で商品を注文できるクーポン券を発行しており、会員数は1,000万人を超える。このたび、会員の利便性の向上や店舗での注文受付業務の効率向上のために、会員のスマートフォン宛てにクーポン券を発行することになった。

スマートフォン宛てにクーポン券を発行する新しいシステム（以下、新システムという）は、スマートフォン向けアプリケーションソフトウェア（以下、スマホアプリという）とサーバ側のWebアプリケーションソフトウェア（以下、Webアプリという）から構成され、Webアプリの開発は情報システム部門のY君が担当することになった。

〔新システムの利用イメージ〕

X社の会員は、事前に自分のスマートフォンにX社のスマホアプリをダウンロードし、インストールしておく。会員がクーポン券を利用する際は、スマホアプリに会員IDとパスワードを入力してログインする。ログインが完了すると、おすすめ商品と利用可能なクーポン券の一覧が表示される。会員が利用したいクーポン券を選択すると、QRコードを含むクーポン券画面が表示される。X社店舗の注文スタッフがQRコードを注文受付端末で読み取ると、割引料金での注文ができる。

〔Webアプリの処理方式の調査〕

Y君がWebアプリの実現方式を検討したところ、X社のWebサイトで利用しているブロッキングI/O型のWebサーバソフトウェア（以下、サーバソフトという）では、スマホアプリからの同時アクセス数が増えたと対応できないことが分かった。

ブロッキングI/O型のサーバソフトでは、ネットワークアクセスやファイルアクセスなどのI/O処理を行う場合、CPUは低速なI/O処理の完了を待って次の処理を実行する。例えば、表1に示す、QRコードを作成するために必要なWebアプリの処理（以下、QRコード作成処理という）の場合、全体の処理時間の a %がI/O処理の完了待ち時間となる。

表 1 QR コード作成処理

処理 番号	処理内容	開始条件	処理時間 (ミリ秒)	処理区分
1	会員のログイン状態を確認	なし	0.02	CPU 処理
2	スマホアプリからクーポン券番号を取得	処理 1 の完了	10	I/O 処理
3	クーポン券番号から QR コードの画像データをメモリに作成	処理 2 の完了	0.06	CPU 処理
4	QR コードの画像データを画像ファイルに書き出し	処理 3 の完了	3	I/O 処理
5	クーポン券番号を発行履歴としてデータベースに書き込み	処理 2 の完了	15	I/O 処理
6	スマホアプリに QR コードの画像ファイルを返信	処理 4 の完了	5	I/O 処理
7	QR コードの画像ファイルを削除	処理 6 の完了	2	I/O 処理

このため、ブロッキング I/O 型のサーバソフトでは、複数のスマホアプリにサービスを提供するために、プロセスやスレッドを複数生成している。しかし、プロセスやスレッドの数が増えると、プロセスやスレッドの切替え処理である b スイッチがボトルネックとなり、CPU やメモリを追加してもスマホアプリからの同時アクセスへの対応は困難となる。

そこで Y 君は、多数のスマホアプリからのアクセスを効率よく処理できるノンブロッキング I/O 型のサーバソフトの利用を検討した。ノンブロッキング I/O 型のサーバソフトでは、一つのプロセスやスレッドの中で、CPU は I/O 処理の完了を待たずに、実行可能なほかの処理を実行する。その結果、Web サーバは複数のプロセスやスレッドを生成する必要がなく、スマホアプリへも効率的にサービスを提供できる。

[リアクタパターンの調査]

ノンブロッキング I/O 型のサーバソフトで、Web アプリを動作させるためには、非同期処理の考え方に基いたソフトウェア設計が必要である。そこで、Y 君は、ノンブロッキング I/O 型の処理を実現するデザインパターンの一つであるリアクタパターンについて調査した。図 1 に Y 君が調査したリアクタパターンの処理の流れを示す。

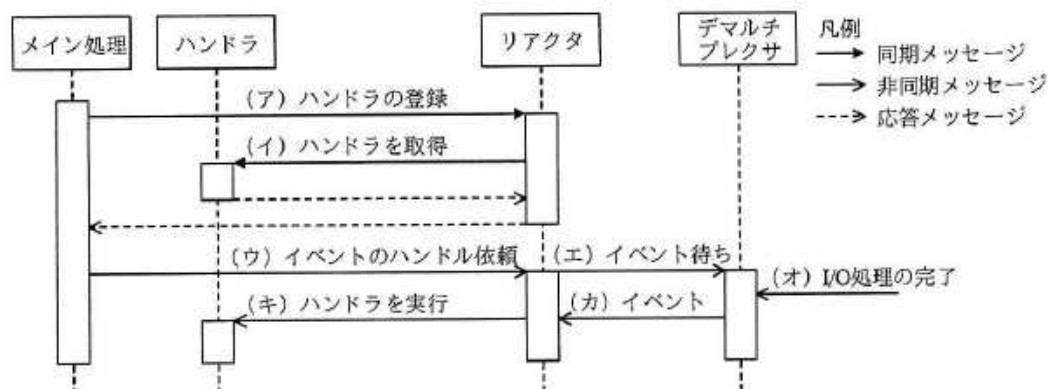


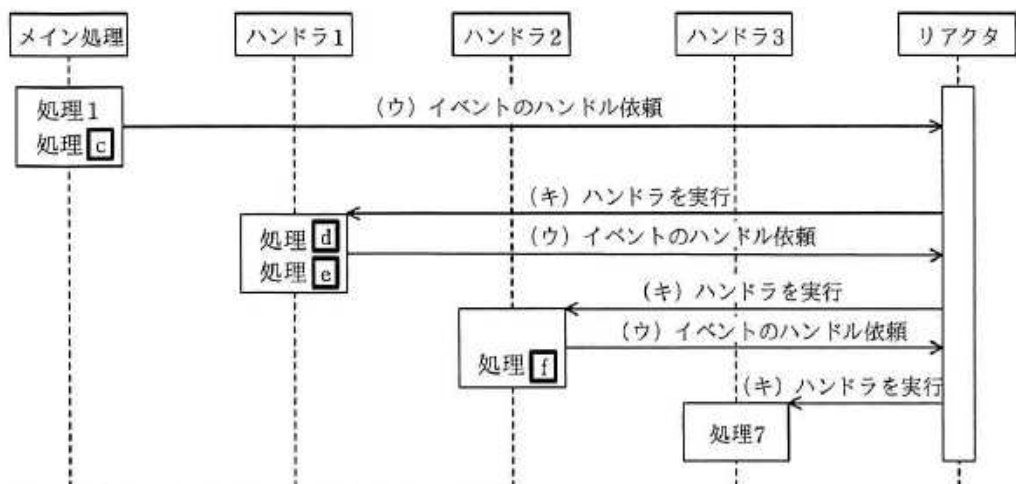
図1 Y君が調査したリアクタパターンの処理の流れ

I/O 処理の処理結果を利用する処理をハンドラとして定義する。次に、I/O 処理の完了待ちを依頼したいメイン処理が、①I/O 処理完了後に実行するハンドラ名を引数に“(ア) ハンドラの登録”を行うと、リアクタは“(イ) ハンドラを取得”する。次に、メイン処理がリアクタに“(ウ) イベントのハンドル依頼”を行うと、リアクタはデマルチプレクサに“(エ) イベント待ち”を指示する。デマルチプレクサは複数の I/O 処理の完了を一括して監視し、“(オ) I/O 処理の完了”を検知した場合には、対応する“(カ) イベント”をリアクタに発行する。イベントを受け取ったリアクタは“(キ) ハンドラを実行”する。メイン処理は、イベントのハンドル依頼を行った後は、I/O 処理の完了を待たずにほかの処理を実行できる。

リアクタパターンを適用する場合は、遅い I/O 処理の次に実行される処理をハンドラとして分割するのがよい。しかし、リアクタパターンに基づき設計されたプログラムは、②保守性が下がるおそれがある。

〔QR コード作成処理の設計〕

Y 君は、リアクタパターンを用いて、スマホアプリからのアクセスに対する応答時間が最小になるように、QR コード作成処理を設計した。図 2 に Y 君が設計した QR コード作成処理の流れを示す。



注記1 図1中の(ア),(イ)の同期メッセージは省略
 注記2 図1中の(エ)～(カ)の非同期メッセージは省略
 注記3 図1中の応答メッセージは省略

図2 Y君が設計したQRコード作成処理の流れ

その後Y君は、新システムのWebアプリの開発を完了させ、X社の会員はスマートフォンを通じてクーポン券を利用することが可能となった。

設問1 [Webアプリの処理方式の調査]について、(1),(2)に答えよ。

- (1) 本文中の a に入れる適切な数値を答えよ。答えは、小数第3位を四捨五入して、小数第2位まで求めよ。
- (2) 本文中の b に入れる適切な字句を答えよ。

設問2 [リアクタパターンの調査]について、(1),(2)に答えよ。

- (1) 本文中の下線①について、関数呼出しの引数として渡される関数のことを何というか、解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

- | | |
|---------------|--------------|
| ア callback 関数 | イ static 関数 |
| ウ template 関数 | エ virtual 関数 |

- (2) 本文中の下線②について、プログラムの保守性が下がる理由を15字以内で述べよ。

設問3 [QRコード作成処理の設計]について、(1),(2)に答えよ。

- (1) 図2中の c ～ f に入れる適切な処理番号を、表1中の

処理番号を用いて答えよ。ただし、複数ある場合は全て答えよ。

- (2) 図 2 のように QR コード作成処理を設計した場合、処理 4～7 はどのような順序で完了するか、処理が早く完了する順にコンマ区切りで答えよ。

[メモ用紙]

問9 プロジェクトのコスト見積りに関する次の記述を読んで、設問1～4に答えよ。

L社は大手機械メーカQ社のシステム子会社であり、Q社の様々なシステムの開発、運用及び保守を行っている。このたび、Q社は、新工場の設立に伴い、新工場用の生産管理システムを新規開発することを決定した。この生産管理システム開発プロジェクト（以下、本プロジェクトという）では、業務要件定義と受入れをQ社が担当し、システム設計から導入までと受入れの支援をL社が担当することになった。L社とQ社は、システム設計と受入れの支援を準委任契約、システム設計完了から導入まで（以下、実装工程という）を請負契約とした。

本プロジェクトのプロジェクトマネージャには、L社システム開発部のM課長が任命された。本プロジェクトは現在Q社での業務要件定義が完了し、これからL社でシステム設計に着手するところである。L社側実装工程のコスト見積りは、同部のN君が担当することになった。

なお、L社はQ社の情報システム部が、最近になって子会社として独立した会社であり、本プロジェクトの直前に実施した別の新工場用の生産管理システム開発プロジェクト（以下、前回プロジェクトという）が、L社独立後にQ社から最初に受注したプロジェクトであった。本プロジェクトのL社とQ社の担当範囲や契約形態は前回プロジェクトと同じである。

〔前回プロジェクトの問題とその対応〕

前回プロジェクトの実装工程では、見積り時のスコープは工程完了まで変更がなかったのに、L社のコスト実績がコスト見積りを大きく超過した。しかし、①L社は超過コストをQ社に要求することはできなかった。本プロジェクトでも請負契約となるので、M課長はまず、前回プロジェクトで超過コストが発生した問題点を次のとおり洗い出した。

- ・コスト見積りの機能の範囲について、Q社が範囲に含まれると認識していた機能が、L社は範囲に含まれないと誤解していた。
- ・予算確保のためにできるだけ早く実装工程に対するコスト見積りを提出してほしいというQ社の要求に応えるため、L社はシステム設計の途中でWBSを一旦作成し、

これに基づいてボトムアップ見積りの手法（以下、積上げ法という）によって実施したコスト見積りを、ほかの手法で見積りを実施する時間がなかったため、そのまま提出した。その後、完成したシステム設計書を請負契約の要求事項として使用したが、コスト見積りの見直しをせず、提出済みのコスト見積りが契約に採用された。

- ・コスト見積りに含まれていた機能の一部に、L 社がコスト見積り提出時点では作業を詳細に分解し切れず、コスト見積りが過少となった作業があった。
- ・詳細に分解されていたにもかかわらず、想定外の不具合発生リスクが顕在化し、見積りの基準としていた標準的な不具合発生リスクへの対応を超えるコストが掛かった作業があった。

次に、今後これらの問題点による超過コストが発生しないようにするため、M 課長は本プロジェクトのコスト見積りに際して、N 君に次の点を指示した。

- ・ a を作成し、L 社と Q 社で見積りの機能や作業の範囲に認識の相違がないようにすること。その後も変更があればメンテナンスして、Q 社と合意すること
- ・実装工程に対するコスト見積りは、Q 社の予算確保のためのコスト見積りと、契約に採用するためのコスト見積りの2回提出すること
 - (i) 1 回目のコスト見積りは、システム設計の初期の段階で、本プロジェクトに類似したシステム開発の複数のプロジェクトを基に類推法によって実施して、概算値ではあるが、できるだけ早く提出すること
 - (ii) 2 回目のコスト見積りは、システム設計の完了後に②積上げ法に加えてファンクションポイント（以下、FP という）法でも実施すること
- ・積上げ法については、次の点について考慮すること
 - (i) 作業を十分詳細に分解して WBS を完成すること
 - (ii) 標準的なリスクへの対応に基づく通常のケースだけでなく、特定したリスクがいずれも顕在化しない最良のケースと、特定したリスクが全て顕在化する最悪のケースも想定してコスト見積りを作成すること

[1 回目のコスト見積り]

これらの指示を基に、N 君はまず、Q 社の業務要件定義の結果を基に a を作成し、Q 社とその内容を確認した。

次に、1 回目のコスト見積りを類推法で実施し、その結果を M 課長に報告した。その際、L 社が独立する前も含めて実施した複数のプロジェクトのコスト見積りとコスト実績を比較対象にして、概算値を見積もったと説明した。

しかし、M 課長は、“③自分がコスト見積りに対して指示した事項を、適切に実施したという説明がない”と N 君に指摘した。

N 君は、M 課長の指摘に対して漏れていた説明を追加して、1 回目のコスト見積りについて L 社内の承認を得た。M 課長は、この 1 回目のコスト見積りを Q 社に提出した。

[2 回目のコスト見積り]

N 君は、システム設計の完了後に、積上げ法と FP 法で 2 回目のコスト見積りを実施した。

(1) 積上げ法によるコスト見積り

N 君は、まず作業を、工数が漏れなく見積もれる WBS の最下位のレベルである b まで分解して WBS を完成させた後、工数を見積もり、これに単価を乗じてコストを算出した。

次に、この見積もったコストを最頻値とし、これに加えて、最良のケースを想定して見積もった楽観値と、最悪のケースを想定して見積もった悲観値を算出した。楽観値と悲観値の重み付けをそれぞれ 1 とし、最頻値の重み付けを 4 としてコストに乘じ、これらを合計した値を 6 で割って期待値を算出することとした。例えば、最頻値が 100 千円で、楽観値は最頻値-10%、悲観値は最頻値+100%となった作業のコストの期待値は c 千円となる。

b のコストの期待値を合計して、本プロジェクトの積上げ法によるコスト見積りを作成した。

(2) FP 法によるコスト見積り

N 君は、FP 法によって FP を算出して開発 d を見積もり、これを工数に換算し単価を乗じて、コスト見積りを作成した。表 1～3 は、本プロジェクトにおけるある 1 機能での FP の算出例である。表 1、表 2 を基に、表 3 で FP を算出した。

表1 データファンクションの一覧表

データ ファンクション	ファンクションタイプ	レコード 種類数	データ 項目数	複雑さの 評価
D1	EIF：外部インタフェースファイル	1	4	低
D2	ILF：内部論理ファイル	1	3	低
D3	EIF：外部インタフェースファイル	1	5	中
D4	ILF：内部論理ファイル	1	4	低
D5	ILF：内部論理ファイル	1	6	中

表2 トランザクションファンクションの一覧表

トランザクション ファンクション	ファンクションタイプ	関連 ファイル数	データ 項目数	複雑さの 評価
T1	EQ：外部照会	1	5	低
T2	EI：外部入力	2	7	中
T3	EO：外部出力	1	6	低
T4	EI：外部入力	2	8	中
T5	EQ：外部照会	1	5	低
T6	EQ：外部照会	3	10	高

表3 FPの算出表

ファンクション タイプ	複雑さの評価						合計	
	低		中		高			
	個数	重み	個数	重み	個数	重み		
EIF	<u>1</u>	×3	<u>1</u>	×4	<u>0</u>	×6	<u>7</u>	
ILF	<u> </u>	×4	<u> </u>	×5	<u> </u>	×7	<u> </u>	
EI	<u> </u>	×3	<u> </u>	×4	<u> </u>	×6	<u> </u>	
EO	<u> </u>	×7	<u> </u>	×10	<u> </u>	×15	<u> </u>	
EQ	<u>2</u>	×5	<u>0</u>	×7	<u>1</u>	×10	<u>20</u>	
総合計（FP）							<table border="1"><tr><td>e</td></tr></table>	e
e								

注記 表中の_部分は、一部を除いて省略されている。

N君は、M課長に積上げ法とFP法によるコスト見積りの差異は許容範囲であることを説明し、積上げ法のコスト見積りを2回目のコスト見積りとして採用することについて、L社内の承認を得た。M課長は、承認された2回目のコスト見積りをQ社に説明し、Q社の合意を得た。その際Q社に、業務要件の仕様変更のリスクを加味し、L社のコスト見積りの総額に f を追加して予算を確定するよう提案した。

設問1 本文中の a , b , 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 EVM | イ 活動 |
| ウ コンティンジェンシ予備 | エ スコープ規定書 |
| オ スコープクリープ | カ プロジェクト憲章 |
| キ マネジメント予備 | ク ワークパッケージ |

設問2 [前回プロジェクトの問題とその対応] について、(1)、(2)に答えよ。

- (1) 本文中の下線①の理由を、契約形態の特徴を含めて 30 字以内で述べよ。
- (2) 本文中の下線②について、積上げ法に加えてもう一つ別の手法で見積りを行う目的を、30 字以内で述べよ。

設問3 [1 回目のコスト見積り] について、本文中の下線③で漏れていた説明の内容を 40 字以内で答えよ。

設問4 [2 回目のコスト見積り] について、(1)～(3)に答えよ。

- (1) 本文中の c に入れる適切な数値を答えよ。計算の結果、小数第 1 位以降に端数が出る場合は、小数第 1 位を四捨五入せよ。
- (2) 本文中の d に入れる適切な字句を、2 字で答えよ。
- (3) 表 3 中の e に入れる適切な数値を答えよ。

[メモ用紙]

問 10 SaaS を使った営業支援サービスに関する次の記述を読んで、設問 1～4 に答えよ。

A 社は、オフィス機器の販売・設計・施工会社であり、自社で企画・設計したオフィス機器の販売や設計・施工を A 社の顧客に実施している。A 社営業部の営業部員は一日の大半を得意先との面会や移動に費やした後に、事務処理のために帰社する必要があるため残業時間が増加していた。そこで、A 社では、働き方改革の一環として、営業部員が営業拠点の PC だけではなく、自宅や外出先からスマートフォンやタブレットなどの端末からも仕事ができる環境を整えることになった。

このような背景から、A 社システム部は、営業部員に対して自宅や外出先からも利用できる営業支援サービスを新規に提供することになった。これに合わせて、システム部の B 部長は、システム部内にサービスデスクを設置することを決定し、サービスデスクのリーダーとして C 課長を任命した。

[営業支援サービスの概要]

- (1) 4 月 1 日から営業支援サービスを開始する。
- (2) 営業支援サービスは①D 社が提供している SaaS である E サービスを採用し、一部の機能をアドオン開発して、提供する。
- (3) 営業支援サービスは、顧客管理、営業管理及び販売促進の三つのモジュールで構成され、利用者は端末を使って営業支援サービスを利用する。
 - ・顧客管理モジュール及び営業管理モジュールは、E サービスで提供される機能及び画面をそのまま使用する。
 - ・販売促進モジュールは、E サービスで提供される標準の機能及び画面に、A 社固有の機能及び画面をアドオン開発する。システム部の開発課は D 社が公開している API を利用してアドオン開発し、開発したソフトウェアを保守する。
- (4) D 社から A 社向けに、開発・テスト環境及び稼働環境が提供される。
 - ・開発・テスト環境は、開発課がアドオン開発及びテストで利用する環境である。D 社によって、E サービスの標準の機能及び画面のモジュールが展開される。
 - ・稼働環境は、A 社の利用者に営業支援サービスを提供する環境であり、開発課によって三つのモジュールが展開される。
- (5) E サービスは、D 社によって、定期的にアップグレードされる。E サービスのア

アップグレード及び営業支援サービスへの適用に関する概要は次のとおりである。

- ・ E サービスのアップグレードは、四半期に一回、事前に決められたスケジュールに従って実施される。
- ・ アップグレード予定日の 4 週間前に、D 社からアップグレードされる機能及び画面や変更点を記載したリリースノートが発行される。
- ・ E サービスで提供される標準の機能及び画面については、D 社によってリグレッションテストが実施される。テスト完了後に、E サービスの標準の機能及び画面のモジュールが開発・テスト環境に対して展開される。
- ・ 開発課は、アップグレードの適用に関して、サービスデスクと協議し、社内調整と必要な作業を行った後、稼働環境に営業支援サービスの三つのモジュールを展開する。

(6) E サービス及び D 社サービスデスクサービスに関する A 社システム部と D 社との SLA の概要（抜粋）を表 1 に示す。

表 1 A 社システム部と D 社との SLA の概要（抜粋）

サービス名称	サービスレベル項目	目標値
E サービス	サービス提供時間	24 時間 365 日（毎週日曜日 0:00～5:00 に実施する定期保守 ¹⁾ を除く）
	サービス稼働率	99.5 % 以上（1 か月の停止時間の合計が a 分以内を目標値とする。）
	平均サービス回復時間（MTRS）	2 時間以内
D 社サービスデスクサービス ²⁾	サービス提供時間帯	9:00～17:00（休日、祝日を除く）

注¹⁾ 定期保守の中で、四半期に一回のアップグレードが実施される。

注²⁾ D 社サービスデスクでは、E サービスの問合せとインシデント対応、及び公開している API に関する技術的問題を解決する。A 社のアドオン開発分の問合せへの対応は含まない。

[A 社サービスデスクサービスの概要]

- (1) 4 月 1 日から A 社サービスデスクサービスの運用を開始する。
- (2) A 社サービスデスクサービスは、営業支援サービスの利用者を支援するサービスデスク機能を提供する。サービスデスクの業務は、従来複数の組織で実施していた営業部員支援の業務を統合し、b としてシステム部に置いた。

- (3) A 社サービスデスクは利用者からの電話、Web、電子メールでの質問に回答するだけでなく、営業支援サービスのインシデント対応も行う。

C 課長は、サービスの設計を開始し、営業部とシステム部との SLA の概要（抜粋）を表 2 に、サービスデスクで実施するインシデント管理の手順を表 3 にまとめた。

表 2 営業部とシステム部との SLA の概要（抜粋）

サービス名称	サービスレベル項目	目標値
営業支援サービス	サービス提供時間	24 時間 365 日（毎週日曜日 0:00～12:00 に実施する定期保守 ¹⁾ を除く）
A 社サービスデスクサービス	サービス提供時間帯	9:00～17:00（休日、祝日を除く）

注¹⁾ 定期保守の中で、四半期に一回のアップグレード、及び、A 社のアドオン開発分の保守が実施される。

表 3 インシデント管理の手順

手順	内容
記録・分類	・利用者からインシデントを受け付ける。 ・インシデントを、緊急度、影響を受ける利用者の範囲などで分類し、インシデント管理ファイル¹⁾に記録する。
優先度付け	・インシデントに優先度として“高”，“中”，“低”のいずれかを付ける。優先度は、規定されている基準に基づいて付ける。
エスカレーション	・サービスデスクが対応手順書²⁾を使って解決できないインシデントは、②開発課又は D 社サービスデスクのどちらかをエスカレーション先として決定し、エスカレーション先に調査を依頼する。
解決	・対応手順書²⁾又はエスカレーション先からの調査の回答を基に、解決に向けた対応を行う。 ・利用者が対応すべき作業がある場合は、利用者に作業を依頼する。
終了	・インシデントが解決したことを利用者に確認する。 ・回答内容などの記録を更新し、終了する。

注記 インシデントの記録は、対応した処置とともに随時更新する。

注¹⁾ インシデント管理ファイルにはインシデントだけでなく質問とその回答内容も記録される。

注²⁾ 対応手順書は、インシデントに対応するために実施すべき解決処理の詳細が記載されている手順書のことで、サービスデスクが作成し整備する。対応手順書には、インシデントが及ぼすサービスへの影響を低減又は除去する方法を特定した場合の対応手順も記載されている。

〔サービスの開始〕

システム部は予定どおり、4 月 1 日から、営業支援サービスと A 社サービスデスク

サービスの提供を開始した。

- ・7月になって、A社サービスデスクでは、インシデント管理ファイルの記録を基に、高い頻度で発生した質問及びインシデントの中で、利用者が自分で解決できる内容をまとめた を社内 Web に公開した。
- ・ を公開後しばらくして、利用者から、“必要な回答を探すのに時間が掛かる”、“対話的な質問ができないので活用しにくい”という声が上がられ、この結果、 の利用率が低いという課題が明らかになった。

C課長は、利用者からの声に対処するために、10月1日からチャットボットを利用することにした。チャットボットは、新たにD社が提供を開始するEサービスのモジュールであり、A社は必要なデータを整備することでチャットボットを利用できる。システム部は、チャットボットを営業支援サービスの四つ目のモジュールとして位置づけた。利用者が質問のキーワードを入力すると、想定される質問とその回答を返す。利用者が期待する回答が得られない場合には、キーワードを追加させるなど対話的な対応をする。チャットボットによって、利用者は、 以外でも質問に回答してもらうことができる。なお、チャットボットを使っても期待する回答が得られない質問に対しては、サービスデスクが電子メールで対応する。

[Eサービスのアップグレード対応]

C課長は、Eサービスがアップグレードされる場合に必要となるシステム部の作業を計画した。

- ・開発課は、アップグレードされる機能及び画面について記載された の中から、A社の業務に関連した機能及び画面を抽出し、影響するモジュールを特定する。
- ・開発課は、アップグレードがアドオン開発した機能に影響を及ぼさないかどうかを調査し、評価する。
- ・サービスデスクは、 に基づいて開発課と協議し、 を判断する。判断の結果に応じて、サービスデスクは、必要な作業を行う。
- ・サービスデスクは、営業支援サービスについて利用者に案内すべき内容をまとめ、アップグレードの適用に先立って利用者へ通知する。

設問1 「営業支援サービスの概要」について、(1)、(2)に答えよ。

- (1) 本文中の下線①について、SaaS を利用する A 社のサービスマネジメントとして、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 E サービスが定期的にアップグレードされる場合、開発課は営業支援サービスのリグレーションテストを行う必要はない。
- イ E サービスを構成品目として管理するだけでなく、E サービスを構成するシステムリソースを、構成品目として必ず管理する。
- ウ 発生したインシデントを D 社が解決する場合でも、A 社システム部は A 社営業部に対して、インシデントの解決についての説明責任をもつ。
- エ 予算業務及び会計業務において、営業支援サービスが使用する物理的リソースの減価償却費を計算する必要がある。

- (2) 表 1 中の に入れる適切な数値を答えよ。ここで、1 か月は 30 日、日曜日は月 4 回で計算し、小数点以下は四捨五入して整数で求めよ。

設問2 「A 社サービスデスクサービスの概要」について、(1)、(2)に答えよ。

- (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 BCP イ BPO ウ PMO エ SPOC

- (2) 表 3 中の下線②において、エスカレーション先を決定するときに必要な判断内容は何か、30 字以内で述べよ。

設問3 「サービスの開始」について、(1)、(2)に答えよ。

- (1) 本文中の に入れる適切な字句を 5 字以内で答えよ。
- (2) 本文中の に入れる適切な字句を、表 1、2 又は 3 中で使用されている字句を使って 15 字以内で答えよ。

設問4 「E サービスのアップグレード対応」について、(1)、(2)に答えよ。

- (1) 本文中の に入れる適切な字句を、[営業支援サービスの概要] で使用されている字句を使って、10 字以内で答えよ。
- (2) 本文中の には、サービスデスクで実施する作業に関連する内容が入る。その内容について、20 字以内で答えよ。

〔メモ用紙〕

問 11 新会計システムのシステム監査に関する次の記述を読んで、設問 1～6 に答えよ。

U 社は中堅の総合商社であり、12 社の子会社を傘下に置いて事業を運営している。U 社グループでは、経理業務の最適化を進めるために U 社グループの経理業務を集中的に行う経理センタを設立するとともに、グループ共通で利用する新会計システムを 3 か月前に導入した。U 社の内部監査部では、新会計システムに関連する運用状況のシステム監査を実施することにした。

〔予備調査の概要〕

予備調査で入手した情報は次のとおりである。

(1) 経理センタと新会計システムの概要

- ① 経理センタでは、グループ各社の独自の経理マニュアルを利用しており、各社の経理部門の担当者がそのまま各社担当の担当チーム長とそのスタッフとして配置されている。また、現状の経理業務は手作業が多く、多くの派遣社員が担当している。しかしながら、1 年後を目標として、グループ共通の経理マニュアルを策定し、経理業務のタスク別にチームを編成し、経理業務の効率向上を図る予定である。
- ② 新会計システムはパッケージシステムであり、仕訳・決算機能だけでなく、債権・債務管理機能、資金管理機能、経費支払機能が組み込まれている。各社は、仕入・販売・在庫・給与などの独自の業務システムを利用している。これらの業務システムから新会計システムへのインタフェースは、自動インタフェースのほか、業務システムでダウンロードされた CSV ファイルの手作業によるアップロード入力（以下、アップロード入力という）や伝票ごとの手作業入力によって行われている。また、経理業務の効率向上の一環として、自動インタフェースを順次拡大させる計画である。

(2) 新会計システムへの入力

アップロード入力の場合は、各社の担当チームのスタッフが日次又は月次で新会計システムへアップロード入力を実行すると正式な会計データになる。伝票ごとの手作業入力の場合は、入力者が伝票入力を行った後に、担当チーム長などの承認者が伝票承認入力を行うと正式な会計データになる。承認者は、業務量に応

じて複数配置されている。また、新会計システムは、入力者が承認できないように設定されている。

(3) 新会計システムのアクセス管理

新会計システムでは、現状において次のようにアクセス権限を管理している。

- ① アクセス権限は、図 1 のように利用者マスタの利用者 ID に対してロール名を設定することで制御される。ロールマスタでは、ロール名ごとに利用可能な会社、当該会社で利用可能な画面・機能などが設定されている。このロールマスタは、各社の担当チーム長のロールマスタ申請書に基づいて U 社のシステム部で登録される。また、利用者マスタは、利用者が入力した後、利用者マスタ承認権限のある同じチームの担当チーム長が承認入力を行うことで、登録される。

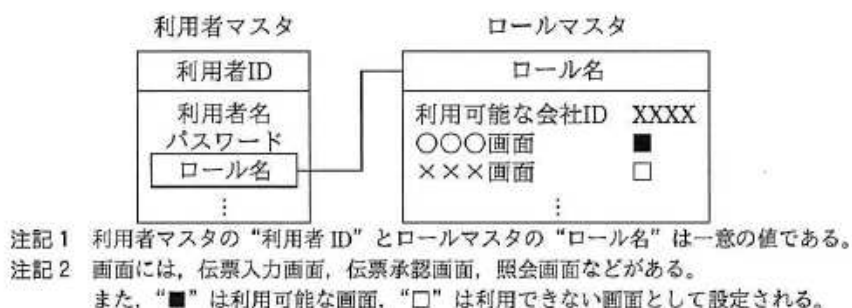


図 1 ユーザーマスタとロールマスタの関連

- ② ユーザー ID のパスワードは、3 か月に 1 度の変更が自動的に要求される。
- ③ 派遣社員は個人ごとのユーザー ID でなく、同じチームの複数人で一つのユーザー ID を共有している（以下、共有 ID という）。共有 ID のパスワードは、自動的な変更要求の都度、担当チーム長が変更し、各派遣社員に通知している。

(4) その他の事項

その他、新会計システムの機能及び経理業務の手続は、次のとおりである。

- ① 各社は月次決算を行っており、月次決算の完了時には、各社の担当チーム長が月次締め処理を実行する。これによって、当月の会計データの入力はできなくなる。
- ② 経理業務の効率向上に先行して、来月から全ての会社のアップロード入力は、特定の担当者 3 名で集中的に行う予定である。この担当者の作業漏れを防止す

るために、各社の担当者が“CSV アップロード一覧表”を作成している。

〔監査手続の検討〕

予備調査に基づき監査担当者が策定した監査手続案、及び内部監査部長のレビューコメントは、表1のとおりである。

表1 監査手続案及び内部監査部長のレビューコメント

項番	監査手続案	内部監査部長のレビューコメント
(1)	利用者 ID の権限設定の妥当性を確かめるために、利用者マスタを閲覧し、登録されているロール名の妥当性を確かめる。	① 利用者マスタの登録手続のコントロールとして、担当チーム長の利用者 ID だけに a が付与されているか確かめる必要がある。 ② 利用者マスタの閲覧だけでは、利用者 ID の権限の妥当性を評価できないので、 b の内容についても閲覧する必要がある。
(2)	月次決算完了日後に入力した正式な会計データがないか、月次決算完了日後入力の会計データを抽出する。	① 新会計システムで c が月次決算完了日に行われていることを確かめれば、会計データから抽出する手続は不要である。

〔本調査の結果〕

本調査の結果、監査担当者が発見した事項及び改善案は次のとおりである。

- (1) **d** は、各担当チームのスタッフだけで正式な会計データとすることができるので、不正な会計データの入力を防止する観点から改善が必要である。
- (2) 伝票ごとの手作業の入力において、承認者の中に伝票入力権限が付与された者がいたので、入力権限を削除すべきである。
- (3) 共有 ID について、担当チーム長がパスワードを変更すると、**e** を行うことが可能となるので、改善が必要である。
- (4) 多くの利用者 ID に複数のロール名が登録されていたので、**f** の観点から、一つの利用者 ID に対して同時に登録できないロール名を明確にすべきである。
- (5) アップロード入力の CSV ファイルは減少する予定なので、“CSV アップロード一覧表”を最新に維持するためには、更新手順を明確にしておく必要がある。

上述の(2)について、内部監査部長は、“当該事項に対応する(ア)新会計システムに組み込まれたコントロールがある”ので追加確認することを指示した。

設問1 表1中の , 及び 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 [本調査の結果]の に入れる適切な字句を10字以内で答えよ。

設問3 [本調査の結果]の に入れる適切な字句を15字以内で答えよ。

設問4 [本調査の結果]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 業務の継続性 | イ 業務の効率向上 | ウ 作業漏れ防止 |
| エ 職務の分離 | オ ロールの簡素化 | |

設問5 [本調査の結果]の(5)で、CSV ファイルは減少する予定があるとした理由を20字以内で答えよ。

設問6 [本調査の結果]の下線(ア)のコントロールは何か。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、マスク
- これら以外は机の上に置けません。使用もできません。
10. 試験終了後、この問題冊子は持ち帰ることができます。
11. 答案用紙は、いかなる場合でも提出してください。回収時に提出しない場合は、採点されません。
12. 試験時間中にトイレへ行きたくなったり、気分が悪くなったりした場合は、手を挙げて監督員に合図してください。

試験問題に記載されている会社名又は製品名は、それぞれ各社又は各組織の商標又は登録商標です。
なお、試験問題では、™ 及び ® を明記していません。