

## 令和6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)

問題番号	出題分野	テーマ
問 1	情報セキュリティ	Web サイトのセキュリティ

●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	コーヒーチェーン店の成長戦略
問 3	プログラミング	素数を列挙するアルゴリズム
問 4	システムアーキテクチャ	データ処理機能の配置
問 5	ネットワーク	セキュア Web ゲートウェイサービスの導入
問 6	データベース	トレーディングカードの個人間売買サイトの構築
問 7	組込みシステム開発	スマートイヤホン
問 8	情報システム開発	オブジェクト指向設計
問 9	プロジェクトマネジメント	電気機器メーカーの新たなプロジェクト
問 10	サービスマネジメント	サービスデスクの立上げ
問 11	システム監査	チャットボット導入における開発計画の監査

擬似言語の記述形式（基本情報技術者試験，応用情報技術者試験用）

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

〔擬似言語の記述形式〕

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

〔演算子と優先順位〕

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

注記 演算子 . は、メンバ変数又はメソッドのアクセスを表す。

演算子 mod は、剰余算を表す。

〔論理型の定数〕

true, false

〔配列〕

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

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

〔未定義、未定義の値〕

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

次の問1は必須問題です。必ず解答してください。

問1 Webサイトのセキュリティに関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

F社は、日用雑貨を製造・販売する中堅企業である。このたび、販路拡大を目的として自社製品を販売するWebサイト（以下、本システムという）を新規に開発した。本システムは、D社クラウドサービス上に構築しており、Webサーバとデータベース（以下、DBという）サーバから成り、D社クラウドサービスが提供するファイアウォール（以下、FWという）及びWebアプリケーションファイアウォール（以下、WAFという）を経由してインターネットからアクセスされる予定である。

本システムの開発環境のネットワーク構成（抜粋）を図1に示す。なお、本システムはリリース前であり、F社開発環境の特定のIPアドレスからだけアクセスできるようにFWで制限している。

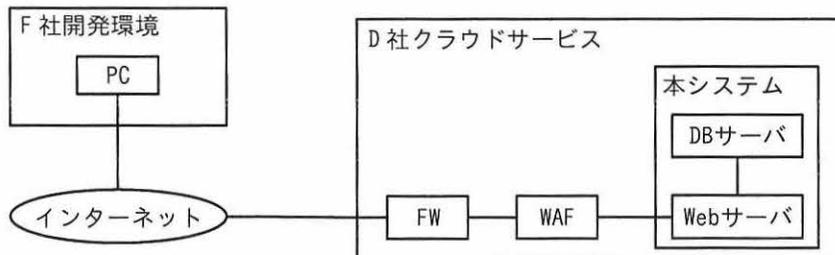


図1 本システムの開発環境のネットワーク構成（抜粋）

本システムの主な仕様を次に示す。

- ・会員登録時に自動で発行される会員番号と会員が設定したパスワードをログインフォームに入力してログインする。商品の購入はログイン後に行う。
- ・パスワードとして使用できる文字は、英数字に一部の記号を加えた70種類である。
- ・パスワードは、6字以上16字以下で設定する。
- ・会員テーブルは、会員番号、メールアドレス、パスワードのハッシュ値、姓、名、住所、電話番号の7フィールドで構成されている。①パスワードのハッシュ値は、会員が設定したパスワードをハッシュ関数によってハッシュ化したものである。

F社情報セキュリティ部のG部長は、本システムのリリース前にペネトレーションテストを実施することを決定し、H主任をリーダーに任命した。H主任は、セキュリ

ティベンダーである U 社に本システムのペネトレーションテストの実施を依頼した。ペネトレーションテストは、U 社内の PC からインターネット、FW 及び WAF を経由して本システムにアクセスする経路で実施した。

ペネトレーションテスト期間中は、FW 及び WAF に対して次の変更を行った。

・FW に対する変更

通信を許可するアクセス元 IP アドレスとして、ペネトレーションテストに用いる U 社の IP アドレスを追加する。

・WAF に対する変更

攻撃を検知した際には、通信の遮断は行わず、検知したことだけを記録する。

[ペネトレーションテストの結果]

ペネトレーションテストの結果、次の手順（以下、本シナリオという）で会員のパスワードが推測されて、不正にアクセスされてしまうことが確認された。

1. ②SQL インジェクション攻撃によって会員テーブルのデータを取得する。このとき取得した会員テーブルのデータ（抜粋）を表 1 に示す。
2. レインボーテーブル攻撃によって、手順 1 で取得した会員テーブル中のパスワードのハッシュ値から元のパスワードを推測する。
3. 推測したパスワードを利用して、会員になりすまして本システムにログインする。

表 1 取得した会員テーブルのデータ（抜粋）

会員番号	パスワードのハッシュ値	姓	名
21717202	5e884898da28047151d0e56f8dc6292773603d0d6aabdd62a11ef721d1542d8	T 中	T 郎
21717203	2597a7caf656e89e9ab35e12326d557ebfe9b7b5dcbe4c564e74070fa5cfcbe5	S 藤	H 子
30781985	5e884898da28047151d0e56f8dc6292773603d0d6aabdd62a11ef721d1542d8	S 藤	J 郎
36150833	ac9689e2272427085e35b9d3e3e8bed88cb3434828b43b86fc0596cad4c6e270	S 木	H 子
45905900	ac9689e2272427085e35b9d3e3e8bed88cb3434828b43b86fc0596cad4c6e270	Y 田	J 郎
45917046	d82494f05d6917ba02f7aaa29689ccb444bb73f20380876cb05d1f37537b7892	T 中	T 郎

稼働中のシステムのログインフォームに対してパスワードを総当たりで試行する  攻撃では、システム側で試行回数に制限を設けて対策することができるが、レインボーテーブル攻撃ではそれができない。

H 主任は、本システムの修正方針を整理するために、SQL インジェクション攻撃及

びレインボーテーブル攻撃への対策を検討することにした。なお、ペネトレーションテスト期間中に WAF で SQL インジェクション攻撃が検知できていたが、③仮に対策の一つが破られても他の対策で攻撃を防ぐという考え方に基づき、攻撃への対策を WAF だけに頼らず本システム自体でも行うことにした。

#### [SQL インジェクション攻撃への対策の検討]

本システムのソースコードを調査したところ、一部の処理で外部からの入力値をそのまま SQL 文に埋め込んでいる箇所が存在していた。そこで、対策として、b を利用する方式を採用することにした。この方式では、外部からの入力値が埋め込まれる箇所を専用の記号に置き換えた SQL 文の雛形<sup>ひな</sup>をあらかじめ作成しておき、専用の記号で置き換えた箇所に DB 管理システム側で外部からの入力値を割り当てる。

#### [レインボーテーブル攻撃への対策の検討]

本システムでは会員のパスワードをハッシュ化して保存しているが、パスワードそのものにハッシュ関数を 1 回適用しただけであったので、レインボーテーブル攻撃に対して脆弱<sup>ぜい</sup>であった。そこで、パスワードをハッシュ化する際に、次の三つの処理を組み合わせて実施することにした。

##### 1. ソルトを用いた処理

- ・パスワードをハッシュ化する際に、ソルトを付加した上でハッシュ化する。
- ・ソルトとして、会員ごとに異なるランダムな文字列を用意し、会員テーブルに格納する。

##### 2. ④ペッパーを用いた処理

- ・パスワードをハッシュ化する際に、ペッパーを付加した上でハッシュ化する。
- ・ペッパーとして、全ての会員に共通のランダムな文字列を用意し、Web サーバ内の外部からアクセスできない安全な領域に格納する。

##### 3. ストレッチング

- ・ハッシュ関数を複数回適用する。

さらに、ハッシュ化処理の変更に加えて、会員が設定可能なパスワード長を 10 字

以上 64 字以下に変更した。本システムにおいて、パスワード長が 10 字の場合、6 字の場合と比べてパスワードとして使用可能な文字列のパターン数が  倍になるのでレインボーテーブル攻撃がより困難になる。

H 主任は、これらの対策を取りまとめて G 部長に報告し、承認された。

設問 1 本文中の下線①について、会員のパスワードをハッシュ関数でハッシュ化して保存することは、情報漏えいの脅威に対してメリットがある。それは、ハッシュ値にどのような特性があるからか。25 字以内で答えよ。

設問 2 本文中の下線②について、会員テーブルのデータが漏えいした場合、情報セキュリティの 3 要素のどれが直接的に侵害されたといえるか。漢字 3 字で答えよ。

設問 3 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 エスケープ | イ 許可リスト    | ウ サニタイズ   |
| エ 中間者   | オ ブルートフォース | カ プレースホルダ |
| キ リプレイ  |            |           |

設問 4 本シナリオによって、表 1 に示す会員テーブルのデータが窃取され、会員番号“21717202”の会員のパスワードが推測され不正アクセスを受けたとすると、推測されたパスワードを利用して不正アクセスを受けるおそれが最も強い他の会員は誰か。該当する会員の会員番号を解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

- |            |            |            |
|------------|------------|------------|
| ア 21717203 | イ 30781985 | ウ 36150833 |
| エ 45905900 | オ 45917046 |            |

設問 5 本文中の下線③の考え方を、漢字 4 字で答えよ。

設問 6 [レインボーテーブル攻撃への対策の検討] について答えよ。

(1) 本文中の下線④について、ペPPER を付加してハッシュ化することで本シナリオにおいてレインボーテーブル攻撃が困難になる理由を、ソルトを用いた処理との違いに着目して 35 字以内で答えよ。

(2) 本文中の  に入れる適切な数を、 $x^y$  のような指数を用いた表記で答えよ。

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 コーヒーチェーン店の成長戦略に関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

Q社は、コーヒーチェーン店を運営している。喫茶店業態に進出して以来、落ち着いた空間を提供することで急速に店舗を増やし、現在は全国に店舗を展開している。しかし、ここ3年は、経営環境の変化によって成長が鈍化しており、不採算店も増えている。Q社の経営企画、マーケティング及び人事を統括するR常務は、この状況に危機感を抱き、利益を伴う成長戦略を策定するために、経営企画部のS課長をリーダーとする戦略策定チームを編成した。なお、S課長は、店舗業務の標準化を推進する店舗統括本部の課長も兼務している。

Q社は、“おいしいコーヒーでゆっくりくつろげる喫茶店”というブランドを掲げ、交通至便な立地に店舗を構え、店内には仕切りがついたテーブル席を設けるなど、設備投資に注力してきた。Q社の利益は2回以上来店したことのあるリピート客を含む延べ来店客数に比例しており、成長率は新規来店客数に比例している。しかし、ここ3年は、延べ来店客数に占めるリピート客数の割合であるリピート率も新規来店客数も低下していた。

[Q社を取り巻く環境]

Q社では、従前から、顧客満足度調査と従業員満足度調査を行っている。そこで、S課長は、戦略の立案に当たり、顧客の視点及び従業員の視点で分析を行った。

まず顧客の視点で経営環境を分析した。

- ・近年、持続可能な開発目標（SDGs）で定められた目標の一つである“持続可能な消費と生産のパターンを確保する”への理解が進むに従い、環境や倫理を重視する製品やサービスを購入するという意識がZ世代の消費者の間で高まっている。Q社はこのような高い社会意識をもった消費者を取り込めていない。
- ・競合コーヒーチェーン店（以下、競合店という）が新規出店した近隣のQ社の店舗では、来店者が急激に減少している。競合店は、商品知識が豊富で親しみやすい接客に定評があり、顧客満足度が高い。競合店は、コーヒーの淹れ方をマニュアル化して全従業員を定期的に教育したり、社外の講師を呼んで接客スキルやセルフリーダーシップのスキルを高める研修を実施したりするなど、従業員育成への投資を重

視している。

- ・Q社は、有機農法で栽培するなど、環境に配慮した生産者から直接調達した高品質なコーヒー豆を使っていて、味や香りが良いコーヒーに定評があった。ただし、最近の顧客満足度調査では、“店によってコーヒーの味にばらつきがある”，“味や香りが以前よりも落ちている”，といった顧客からの声が寄せられている。

S課長は、定評があるコーヒーの安定した提供や、ゆっくりくつろげる喫茶店としての接客といった、顧客へのサービス品質を向上させる必要があると分析した。

次に、S課長は、従業員の視点で経営環境を分析した。

- ・各店舗は店長をリーダーとする一つのチームとして運営されている。店長が部下にコーヒーの淹れ方や接客スキルなどを指導している。しかし、顧客が満足する品質のサービスを提供できるように部下を育成することまではできていない。全て店長の責任で部下の育成を行った上で、顧客が満足する品質のサービスを提供することには限界がある。
- ・従業員は、コーヒーを淹れるスキルを高めたいと思ったり、接客の仕方を改善しようとしていたりしているが、店長に相談したくても、なかなか対応してもらえていない。その結果、不満をもって辞めてしまう従業員が増え、従業員の定着率が低下してきている。
- ・店舗統括本部の管理者、同僚の店長、店舗内の部下によって店長の360度評価を実施した結果、全般的に、店長の自己評価は高いが、部下からの評価はそれほど高くなく、両者の評価には大きなギャップがあった。

S課長は、これらの経営環境分析の結果、顧客へのサービス品質の低下には、従業員のスキルの不足と従業員の定着率の低下とが関連するのではないかと考えた。さらに、S課長は、従業員のスキル及び定着率について分析し、次のことが分かった。

- ・顧客へのサービス品質が高いチームは、従業員満足度が高く、それによってチームメンバーがやる気をもって自律的にスキルの向上を図っており、また、チームメンバーの定着率が高いという共通の特性がある。
- ・この特性を満たすためには、店長が、部下に対して共感することで、質問・相談し

やすい環境を作ることが必要である。

### 〔成長戦略の策定〕

S 課長は、これまでの分析の結果を基に、成長戦略の基本方針を次のとおり定めた。

- ・成長戦略を実現するために重点的に取り組むべき CSF (Critical Success Factors : 重要成功要因) とその因果関係を明確にする。これまでの分析の結果から、Q 社の成長につながる CSF 間の因果関係を、図 1 の Q 社のサービスプロフィットチェーンにまとめた。その上で、働きやすい環境や人材育成制度の充実など、従業員が会社から受けるサービスの良さを表す“自社内のサービス品質”の向上を図る。

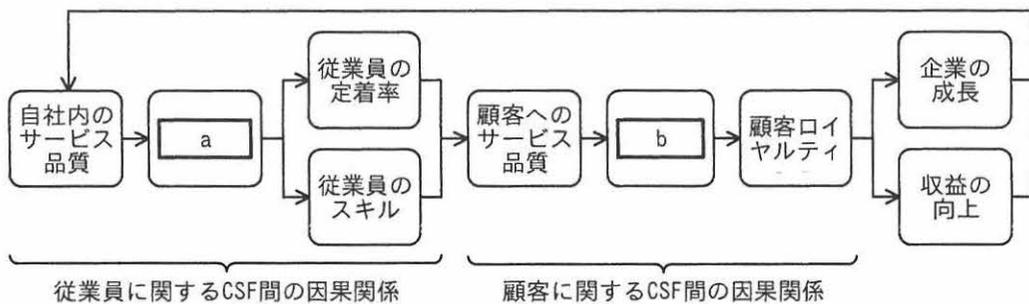


図 1 Q 社のサービスプロフィットチェーン

- ・持続可能な成長を目指し、また、顧客のロイヤリティをより高めるために、ブランドを再構築する。新たに、“①私たちは、高い社会意識をもって、厳選された生豆と熟練の技術で淹れる香り深いコーヒーを提供します。”とブランドを定める。
- ・“ブランドの再構築”によって、自社の強みを生かし、弱みを補完して、競合店との差別化を図る。また、“初めて来店してから、店に来店しなくなるまでの **c**”を表す LTV を向上させることで、採算性を改善する。

S 課長は、このサービスプロフィットチェーンに基づいて、従業員の定着率の改善とスキルの向上のためには、**a** を高める必要があり、さらにそのためには自社内のサービス品質の改善が必要であることを R 常務に報告した。また、S 課長は、ゴールである“利益を伴う成長”の実現を目指す成長戦略の進捗を測る KPI として、Z 世代の来店客数と、**d** を設定することにした。

[Q 社内のサービス品質の改善]

S 課長は、自社内のサービス品質を改善するため、店長への研修を実施することにした。研修の内容は、店長の 360 度評価の結果を基に、店長に対して  に気付かせ、行動改善につなげるものとし、部下との対話の場面を想定した次の具体的な演習を行う。

- ・店長は部下に対して“教える”，“アドバイスする”ことはせず，“問いかけて聴く”という対話を重視する。
- ・店長は部下に対する  を示すことで、部下から様々な考え方や行動の選択肢を引き出し、自律的な行動を促す。

S 課長は、ブランドの再構築の活動として、再教育を全従業員に対して行うことにした。この再教育に当たって、S 課長は、②店舗統括本部として重点的に取り組むべき施策があると考えた。また、ブランドの再構築への投資に加えて、人的資本を強化する新たな投資計画を策定した。

R 常務は、この報告を受け、“君の策定した戦略は、よく考えられていて、納得できた。そのアプローチは本当に良いと思う。”と S 課長に  を示した上で、すぐに経営会議に付議し、成長戦略を推進することを約束した。

設問 1 [成長戦略の策定] について答えよ。

- (1) 図 1 及び本文中の  ，図 1 中の  に入れる適切な字句を、本文中の字句を用いて、それぞれ 8 字以内で答えよ。
- (2) 本文中の下線①について、S 課長が新たにブランドを定めた背景となる要因は何か。機会と強みの観点からそれぞれ 20 字以内で答えよ。
- (3) 本文中の  に入れる適切な字句を 15 字以内で答えよ。
- (4) 本文中の  に入れる適切な字句を 8 字以内で答えよ。

設問 2 [Q 社内のサービス品質の改善] 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 3 字以内で答えよ。
- (3) 本文中の下線②について、店舗統括本部が、再構築したブランドを考慮して重点的に取り組むべき施策を、本文中の字句を用いて 25 字以内で答えよ。

問3 素数を列挙するアルゴリズムに関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

素数とは、2以上の自然数のうち、正の約数が1と自身だけである数のことである。  
2以上の自然数Nに対して、N以下の素数を列挙する関数 prime1 のプログラムを図1に示す。なお、本問では、配列の要素番号は1から始まり、要素数が0の配列を{}で表す。

```
○整数型の配列: prime1(整数型: N)
整数型の配列: primes ← {} /* 結果となる素数の一覧を格納する一次元配列 */
論理型: isPrime /* ループ内で着目している数が素数か否かを表す変数。
                 trueであれば素数であることを表し、falseであれば
                 素数ではないことを表す */

整数型: d ← 2
整数型: t
/* メイン処理開始 */
while (d が N 以下)
  isPrime ← true /* 仮で素数として扱う */
  t ← 2
  while (t が d 未満)
    if (d mod t が 0 と等しい)
      isPrime ← false
    endif
    t ← t + 1 ← (L1)
  endwhile
  if (isPrime が true と等しい)
    primesの末尾にdの値を追加する
  endif
  d ← d + 1
endwhile
/* メイン処理終了 */
return primes
```

図1 関数 prime1 のプログラム

この関数 prime1 の時間計算量は、N を用いて表すと  $O(\text{ア})$  である。

[アルゴリズムの改良1]

素数の定義によって、2以上の自然数sについて、s自身を除くsの正の倍数uは、1とu以外にsも約数に含むので素数ではない。この性質を利用して関数 prime1 を改良し、次の手順で素数を列挙する関数 prime2 を考える。

- (1) 2以上N以下の自然数について、全て“素数である”とマークする。
- (2) 2以上N以下の自然数dについて、次の(a), (b)を行う。
  - (a) dが“素数ではない”とマークされている場合、何もしない。
  - (b) dが“素数である”とマークされている場合、次の処理を行う。
    - ① dが素数であることを確定させる。
    - ② d以上の自然数xについて、dをx倍した数を“素数ではない”とマークする。

関数 prime2 のプログラムを図2に示す。

```

○整数型の配列: prime2(整数型: N)
整数型の配列: primes ← {}      /* 結果となる素数の一覧を格納する一次元配列 */
論理型の配列: isPrime ← {false} /* isPrime[k]が true であれば k が素数であることを
                                   表し, false であれば k が素数ではないことを表す
                                   一次元配列 */

整数型: c ← 2
整数型: d ← 2
整数型: t
while (c が N 以下)
  isPrime の末尾に true を追加する
  c ← c + 1
endwhile
/* メイン処理開始 */
while (d が N 以下)
  if (  )
    primes の末尾に d の値を追加する
    t ← d × d
    while (t が N 以下)
      isPrime[t] ← false
      t ←  ← (L2)
    endwhile
  endif
  d ← d + 1
endwhile
/* メイン処理終了 */
return primes

```

図2 関数 prime2 のプログラム

関数 prime2 は関数 prime1 と比較してメイン処理部の時間計算量を小さくすること

ができ、引数 N の値が同一の場合において、関数 prime2 の(L2)の行の実行回数は、関数 prime1 の(L1)の行の実行回数以下となる。

[アルゴリズムの改良 2]

4 以上の偶数は全て 2 の倍数であるので素数ではない。したがって、2 以外の素数を列挙するためには奇数だけを考慮すればよい。この性質を利用して、関数 prime2 に次の変更を加えた関数 prime3 を考える。

- (1) 関数の戻り値として素数の一覧が格納される primes にあらかじめ 2 を格納しておく。
- (2) いずれのループも奇数についてだけ実行されるようにする。
- (3) 3 以上の自然数  $2k+1$  が素数か否かを isPrime[k] で表すようにする。

関数 prime3 のプログラムを図 3 に示す。

```
○整数型の配列: prime3(整数型: N)
整数型の配列: primes ← {2} /* 結果となる素数の一覧を格納する一次元配列 */
論理型の配列: isPrime ← {} /* isPrime[k]が true であれば 2k+1 が素数であることを表し, false であれば 2k+1 が素数ではないことを表す一次元配列 */

整数型: c ← 3
整数型: d ← 3
整数型: t
while (c が N 以下)
    isPrime の末尾に true を追加する
    c ← c + 2
endwhile
/* メイン処理開始 */
while (d が N 以下)
    if (  )
        primes の末尾に d の値を追加する
        t ← d × d
        while (t が N 以下)
            isPrime[  ] ← false
            t ←  ← (L3)
        endwhile
    endif
    d ← d + 2
endwhile
/* メイン処理終了 */
return primes
```

図 3 関数 prime3 のプログラム

関数 prime3 は関数 prime2 と比較してメイン処理部の二重ループの実行回数を減らすことができる。引数 N の値が同一の場合において、関数 prime3 の(L3)の行の実行回数は、関数 prime2 の(L2)の行の実行回数の半分以下となる。加えて、計算に必要な配列 isPrime の要素数も半分以下に減らすことができる。

設問 1 本文中の  に入れる適切な字句を答えよ。

設問 2 図 2 中の ,  に入れる適切な字句を答えよ。

設問 3 図 3 中の  ~  に入れる適切な字句を答えよ。

設問 4 prime1(20), prime2(20), prime3(20)をそれぞれ実行したとき、図 1 中の(L1)の行、図 2 中の(L2)の行、図 3 中の(L3)の行が実行される回数をそれぞれ答えよ。

問4 データ処理機能の配置に関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

C社は、動画配信サービスを提供する会社であり、サービス内容が充実していることが人気を呼び、動画配信者数や動画視聴者数が増えている。動画配信者は、Webブラウザを用いて、ビデオカメラやスマートフォンで撮影した動画ファイルをC社のWebサイトにアップロードすると、Webサイト上で動画の編集・配信、広報、アクセス分析などの機能が利用できる。

C社の動画配信サービスは、C社配信システム部が企画から運用までを担当している。配信システム部では、サービス内容の向上を目的に、動画編集機能を強化した動画配信者向けの新しいサービスを提供するシステム（以下、新システムという）を構築することにした。新システムの構築は、配信システム部のD君が担当することになった。

〔新システムに必要な機能〕

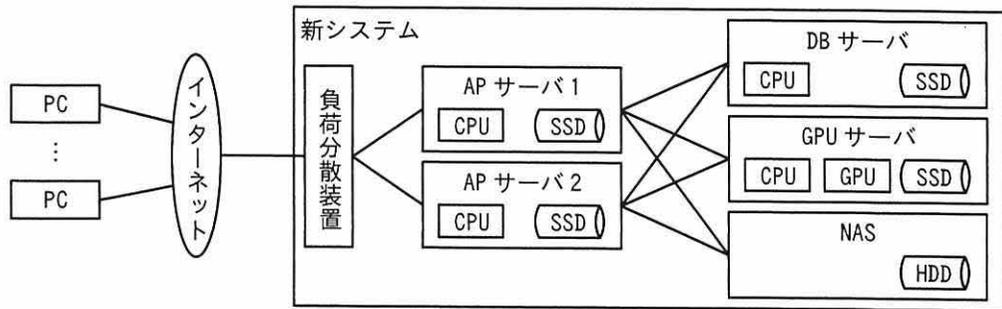
D君は、現在の動画配信サービスの機能を基に、新システムに必要な動画配信者向け機能の機能要件を定義した。新システムに必要な機能一覧（抜粋）を表1に示す。

表1 新システムに必要な機能一覧（抜粋）

機能名	機能概要
アップロード	動画配信者がビデオカメラやスマートフォンで撮影した動画をC社のWebサイトにアップロードして登録する機能
動画編集	C社のWebサイトに登録された動画を、Webブラウザを用いて編集する（カットする、結合する、BGM・テロップを挿入するなど）機能
配信準備	動画視聴者のネットワーク・環境に合わせた複数のビットレートの動画ファイルを作成する機能
アクセス分析	動画が動画視聴者に何回アクセスされているかを、複数の分析軸（地域、日時、年齢層、端末種別、アクセス動線など）から分析する機能

〔新システムのサーバ構成〕

D君は、新システムのサーバ構成を設計した。D君が設計した新システムのサーバ構成（抜粋）を図1に示す。また、SSDとHDDのアクセス速度を表2に、LANとインターネットの通信速度を表3に、各サーバのCPUとGPUの搭載数を表4に示す。なお、新システム内の負荷分散装置、サーバ、NASはLANで接続されている。



注記 図 1 中の AP サーバはアプリケーションサーバを示す。また、DB サーバはデータベースサーバを示す。

図 1 新システムのサーバ構成（抜粋）

表 2 SSD と HDD のアクセス速度

装置	読込速度 (M バイト/秒)	書込速度 (M バイト/秒)
SSD	500	400
HDD	250	150

表 3 LAN とインターネットの通信速度

回線	通信速度 (G bps)
LAN	1
インターネット	10

注記 表 3 中の bps はビット/秒を指す。

表 4 各サーバの CPU と GPU の搭載数

サーバ	CPU (コア)	GPU (個)
AP サーバ	16	0
DB サーバ	32	0
GPU サーバ	4	4

各サーバで計算を行う CPU や GPU で実行される演算は、①整数演算と浮動小数点演算の二つに分類される。新システムで利用する CPU は、1 コア当たり整数演算が 10,000G Operations/秒（以下、OPS という）、浮動小数点演算が 500G Floating-point Operations/秒（以下、FLOPS という）で実行できる。また、GPU は 1 個当たり浮動小数点演算が 10,000G FLOPS で実行できる。

この新システムを用いて、AP サーバ 1 が AP サーバ 1 の SSD に格納された 800M バイトの動画ファイルをメモリに読み込む時間は  秒である。また、DB サーバの DBMS は RDB である。

#### [配置の検討]

D 君は、新システムの各機能の中でデータ量や計算量が多い処理を抽出した。デー

タ量や計算量が多い処理の一覧を表5に示す。なお、データ量には、各処理を実行するためにCPUやGPUにインプットされるデータ量と、CPUやGPUで計算した後にアウトプットされるデータ量とがある。

表5 データ量や計算量が多い処理の一覧

機能名	処理名	処理方法	データ量		計算量	
			インプット (Mバイト)	アウトプット (Mバイト)	整数 演算数 (GO)	浮動小数 点演算数 (GFLO)
動画 編集	素材送信	NASに格納されているBGM素材やテロップ素材を、NASからAPサーバへ送信し、APサーバから動画配信者のPCへ送信する。	50	50	10	0
配信 準備	レンダリング	APサーバのメモリに格納されている動画データを基にBGM、テロップなどを合成して一つの動画データを作成する。	500	100	0	100,000
アクセ ス分析	オンライン ユーザー 数取得	DBサーバに格納されている特定の動画を視聴しているオンラインユーザー数をリアルタイムに集計して表示する。	100	0.1	50	0
	多次元分 析	DBサーバに格納されている前日までの動画の視聴ログを複数の分析軸から分析する。	50,000	1	300	0

注記 GOはGiga Operationsを示し、GFLOはGiga Floating-point Operationsを示す。

レンダリング処理は、APサーバのCPUを4コア用いて処理する場合には  秒掛かり、GPUサーバのGPUだけを1個用いて処理する場合には  秒掛かる。ただし、GPUサーバを用いて処理する場合には、APサーバからGPUサーバへデータを送信するのに  秒掛かり、APサーバへレンダリング結果を返信するのに  秒掛かる。この検討結果から、APサーバよりもGPUサーバで処理した方がよい。

オンラインユーザー数取得処理について、D君は②DBサーバで処理した結果をAPサーバへ送信する方法が最適と考え、DBサーバで処理することにした。

素材送信処理は、同時に100名の動画配信者向けに素材データを送信しようとする、LANの通信速度とHDDの読込速度が遅く送信に時間が掛かる。しかし、図1のサーバ構成の変更には大きな費用が掛かることから、サーバ構成を変更せずに対応する方法を検討した。動画配信者のPCへ送信する素材データは特定の素材データに偏っており、各素材データの更新頻度も高くないことから、表5の③素材送信処理の処理方法を変更して対応することにした。

〔動画配信者数増大への対応方針〕

D 君は、将来的に動画配信者数が増大することを考慮して、新システムの拡張性について検討した。まず、表 5 のレンダリング処理は、動画データごとに処理が独立しており、GPU サーバを手動で追加する  の対応を行う方針にした。一方で、オンラインユーザ数取得処理は、時間とともに断続的に追記される動画の視聴ログをリアルタイムに集計する処理であり、DB サーバの数を増やせないことから、DB サーバを  して対応を行う方針にした。また、多次元分析処理は、④そこで扱うデータの特徴から、多次元分析処理専用の DB サーバを追加する方針にした。これによって多次元分析処理の負荷が他の処理へ影響しないようになる。

その後、D 君は新システムの構築を完了させ、C 社は新システムによる新しい動画配信者向けサービスの提供を開始した。

設問 1 〔新システムのサーバ構成〕について答えよ。

- (1) 本文中の下線①について、整数演算に該当する演算を解答群の中から全て選び、記号で答えよ。

解答群

ア  $300 + 200 - 100$

イ  $300 \times 200 \div 100$

ウ  $3.00 + 2.00 - 0.10$

エ  $-300 + (-200) - (-100)$

オ  $300 \times 0$

カ  $3.00 \times 0$

- (2) 本文中の  に入れる適切な数値を答えよ。ここで、本文に記載の読込速度、書込速度を実効速度とし、他のオーバーヘッドは無視できるものとする。なお、計算結果に小数が発生する場合、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 2 〔配置の検討〕について答えよ。ここで、図 1 のサーバ構成を一つの処理が占有でき、〔新システムのサーバ構成〕と表 5 に記載以外のオーバーヘッドや並列処理に伴うオーバーヘッドは無視できるものとする。

- (1) 本文中の  ～  に入れる適切な数値を、整数で答えよ。  
(2) 本文中の  に入れる適切な数値を答えよ。なお、計算結果に小数が発生する場合、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。

- (3) 本文中の下線②について、DB サーバで処理した結果を AP サーバへ送信する方法が最適と考えたのはなぜか。データ量の観点から 35 字以内で答えよ。
- (4) 本文中の下線③について、素材送信処理の処理方法をどのように変更したか。変更点を 30 字以内で答えよ。

設問3 「動画配信者数増大への対応方針」について答えよ。

- (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 スケールアウト

イ スケールアップ

ウ スケールイン

エ スケールダウン

- (2) 本文中の下線④について、オンラインユーザ数取得処理と対比して、多次元分析処理で扱うデータの特徴を 20 字以内で答えよ。

[ メモ用紙 ]

問5 セキュア Web ゲートウェイサービスの導入に関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

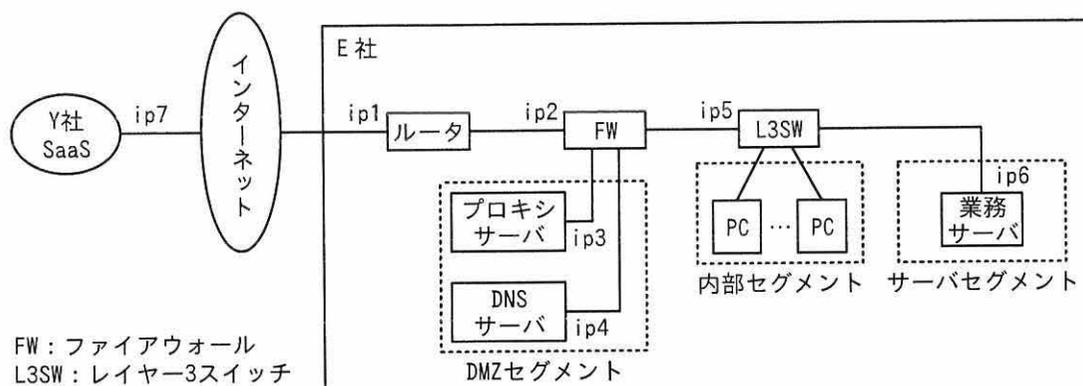
E 社は、インターネットを利用した人材紹介業を営む会社である。

E 社のネットワークは、DMZ セグメント、内部セグメント及びサーバセグメントから構成されている。DMZ セグメントには、コンテンツフィルタリング機能や Web サイトのアクセス制御機能をもつプロキシサーバ及び DNS サーバが設置されている。プロキシサーバでは、内部セグメントからインターネット向けの HTTP 通信、HTTP Over TLS（以下、HTTPS という）通信を中継し、アクセスログを保管している。内部セグメントには E 社の従業員が利用する PC が、サーバセグメントには業務サーバが、それぞれ設置されている。

E 社の従業員は、PC の Web ブラウザを用いて、HTTP 通信でサーバセグメントの業務サーバに直接アクセスして業務を実施したり、HTTPS 通信で Y 社が提供する SaaS（以下、Y 社 SaaS という）にアクセスして、電子メールサービス、ファイル共有サービス、チャットサービスなどを活用したりしている。

[E 社のネットワーク構成]

E 社のネットワーク構成を、図1に示す。



FW : ファイアウォール  
L3SW : レイヤー3スイッチ

注記 ip1, ip2, …, ip7 はグローバル又はプライベート IP アドレスである。

図1 E 社のネットワーク構成

E 社のルータでは、a 機能を用いて、E 社内に割り当てられたプライベー

ト IP アドレスをグローバル IP アドレス及びポート番号に変換している。

Y 社 SaaS では、E 社からのアクセスに対して①送信元 IP アドレスでアクセス制限を行っている。

#### [セキュア Web ゲートウェイサービスの導入検討]

E 社では、近年の業務拡大に伴い、インターネット利用の機会が急激に拡大してきた。情報システム部の F 部長は、悪意のある Web サイトへ意図せずアクセスしたり、社内の機密情報や顧客情報が漏えいしたりするおそれがあると考え、インターネットアクセスに対するセキュリティ対策を強化することにした。そこで、部下の G 主任に、社内のプロキシサーバに代えて、Z 社が SaaS として提供するセキュア Web ゲートウェイサービス（以下、サービス Z という）の導入検討を指示した。

#### [サービス Z の概要]

G 主任は、サービス Z の概要を調査した。

サービス Z は、PC からインターネット上の Web サイトへのアクセスを安全に行うためのサービスであり、主な機能は次の三つである。

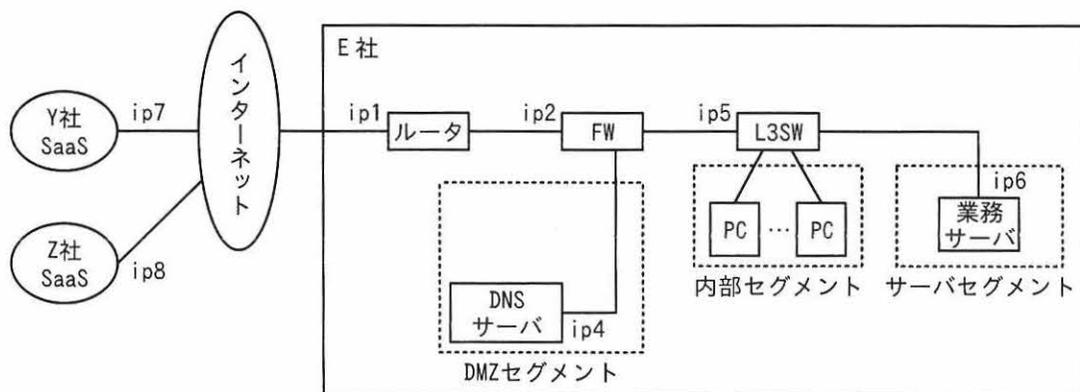
- (1) アクセス先の b や IP アドレスから悪意のある Web サイトであるかどうかを評価し、安全でないと評価された場合はアクセスを遮断する機能
- (2) 機密情報や顧客情報が E 社外に漏えいしないように、TLS で暗号化された通信内容をサービス Z 内で復号して通信内容を検査し、これらの情報が含まれていないことを確認する機能
- (3) ②インターネット上の Web サイトから受け取ったプログラムをサービス Z 内の保護された領域で動作させ、E 社システムが不正に操作されるおそれがないことを確認する機能

サービス Z を利用するためには、E 社の全ての PC に専用のクライアントソフトウェア（以下、ソフト C という）を導入し、PC の Web ブラウザからインターネット上の Web サイトへのアクセスを、ソフト C を介して行う必要がある。ソフト C からサービス Z には、HTTPS 通信を用いて接続する。サービス Z は、PC からインターネット上の全ての Web アクセスについて、どの PC からアクセスされたものかを識別して、ア

クセスの監視や各種制御を行う。

[ネットワーク構成の変更]

G 主任は、サービス Z の調査結果を基に、サービス Z 導入後の E 社のネットワーク構成案を図 2 のように考えた。



注記 ip1, ip2, ip4, ip5, …, ip8はグローバル又はプライベート IP アドレスである。

図 2 サービス Z 導入後の E 社のネットワーク構成案

G 主任は、サービス Z 導入に当たって必要となる作業を検討し、次の四点に整理した。

- (1) 現行の E 社のネットワーク構成からプロキシサーバを廃止し、社内の PC からインターネット上の Web サイトへのアクセスは、宛先 IP アドレスが  のものだけを許可するように、FW の許可ルールを変更する。
- (2) PC にソフト C を導入する。このソフト C は、各 PC 上でローカルプロキシとして動作する。各 PC のプロキシ設定を変更して、このソフト C をプロキシとして利用する。ソフト C から HTTPS 通信によってインターネット上の Web サイトへアクセスできるようにするために、 を宛先 IP アドレスとするようソフト C の通信設定を行う。
- (3) PC のプロキシ設定で、 については、これまでどおり直接 HTTP 通信ができるように設定する。
- (4) Y 社 SaaS の送信元 IP アドレスでのアクセス制限の設定を変更する。

[FWの許可ルールの見直し]

サービス Z 導入前の E 社 FW の許可ルールでは、PC の Web ブラウザからインターネットへの HTTP 通信や HTTPS 通信について、E 社プロキシサーバを経由する通信だけを許可する設定になっていた。

G 主任は、サービス Z 導入後に必要な FW の許可ルールを検討した。

サービス Z 導入前の E 社 FW の許可ルールを表 1 に、サービス Z 導入後の E 社 FW の許可ルールを表 2 に示す。なお、ルールは項番の小さい順に参照され、最初に該当したルールが適用される。

表 1 サービス Z 導入前の E 社 FW の許可ルール (抜粋)

項番	送信元	宛先	プロトコル名/ポート番号
1	内部セグメント	e	TCP/443
2	内部セグメント	e	TCP/80
3	e	インターネット	TCP/443
4	e	インターネット	TCP/80

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

表 2 サービス Z 導入後の E 社 FW の許可ルール (抜粋)

項番	送信元	宛先	プロトコル名/ポート番号
1	内部セグメント	c	TCP/f

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

G 主任は、これまでの調査内容を F 部長に報告し、サービス Z の主な三つの機能を導入することになった。

設問1 [E社のネットワーク構成]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4字で答えよ。
- (2) 本文中の下線①について、アクセスが許可される送信元 IP アドレスを、図1中の字句を用いて答えよ。

設問2 [サービスZの概要]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3字で答えよ。
- (2) 本文中の下線②の機能の名称を解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

- |              |              |
|--------------|--------------|
| ア HTTPS デコード | イ アンチウイルス    |
| ウ サンドボックス    | エ セキュアブラウジング |
| オ トラフィック検査   |              |

設問3 [ネットワーク構成の変更]について答えよ。

- (1) 本文及び表2中の  に入れる適切な字句を、図2中のIPアドレスを用いて答えよ。
- (2) 本文中の  に入れる適切な字句を、図2中の機器の名称を用いて答えよ。

設問4 表1中の  , 表2中の  に入れる適切な字句を、図1, 図2又は表1中の字句を用いて答えよ。

[ メモ用紙 ]

問6 トレーディングカードの個人間売買サイトの構築に関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

S社は、トレーディングカード販売業のチェーンを営む中堅企業である。トレーディングカードを個人から買い取り、販売する事業を営んでいる。トレーディングカードの個人間の売買が盛んな市場環境を受け、個人間の売買を安心かつ手軽に行える取引プラットフォームをサービスとして提供して、安定的な手数料収入を得る新規事業を立ち上げることにした。S社の情報システム部は新規事業の要となる取引プラットフォームのシステム（以下、本システムという）を新規で構築することになり、Tさんがデータベースの設計及び開発を担当することになった。

〔新規事業の業務要件の確認〕

Tさんは、まず、新規事業において実現する業務要件を確認した。新規事業の業務要件（抜粋）を表1に示す。

表1 新規事業の業務要件（抜粋）

項番	業務要件
1	本システムの利用者は個人である。利用者は販売したいトレーディングカードを商品として出品できる。出品した利用者を出品者と呼ぶ。出品する際にはカテゴリ、商品名、商品説明、出品価格、商品状態を登録する。カテゴリはトレーディングカードのブランドやシリーズによって階層化されている。
2	利用者は全ての出品に対してカテゴリ、価格帯（下限価格と上限価格）、商品状態、出品状況、キーワードを指定して検索できる。カテゴリを指定する場合、指定されたカテゴリ及びその下位にある全てのカテゴリの出品が検索の対象となる。キーワードは、商品名及び商品説明を部分一致で検索したい場合に指定する。検索した結果を表示する際に並び順を変更できる。
3	利用者は出品された商品に対して取引を希望する価格（以下、オファー価格という）を出品者に打診できる。この行為をオファーと呼ぶ。オファー価格での取引に出品者が合意した場合、その価格はオファーした利用者と出品者との間での当該商品の出品に対してだけ有効となる。
4	利用者が商品を購入した場合、購入した利用者を購入者と呼ぶ。出品者は配送方法に基づいて送料を算出し、購入者に送料を通知する。購入者は出品価格（オファーが合意済みの状態の場合はオファー価格）と送料の合計金額を支払期日までにS社に対して支払う。一つの取引に関する合計金額を分割して支払うことや、複数の取引に関する合計金額をまとめて支払うことはできない。
5	出品者は購入者の支払が完了したことをS社からの通知で確認した上で、購入者の住所に商品を発送する。一つの取引に関する商品を分割して発送することや、複数の取引に関する商品をまとめて発送することはできない。S社は発送した商品の追跡番号を管理し、配送業者のWebサイトと連携することで、出品者や購入者が商品の配送状況を確認できるようにする。
6	購入者は商品を受領後、商品に問題がないことを確認した上で、受取連絡と出品者の評価を行う。購入者からの評価を受けて、出品者も購入者の評価を行う。
7	購入者と出品者の双方の評価が完了した後に、S社は購入者から入金された代金から手数料を差し引いた金額を出品者に支払う。

表 1 新規事業の業務要件（抜粋）（続き）

項番	業務要件
8	ユーザーはお気に入りのユーザーをフォローできる。フォロー先のユーザーが新たな商品を出品した場合、フォロー元のユーザーは通知を受け取ることができる。

〔概念データモデルの設計〕

Tさんは、表1の業務要件に基づいて、E-R図を用いて本システムの概念データモデルを設計した。本システムの概念データモデル（抜粋）を図1に示す。なお、カテゴリの階層構造は、自己参照の関連を用いて表現する。

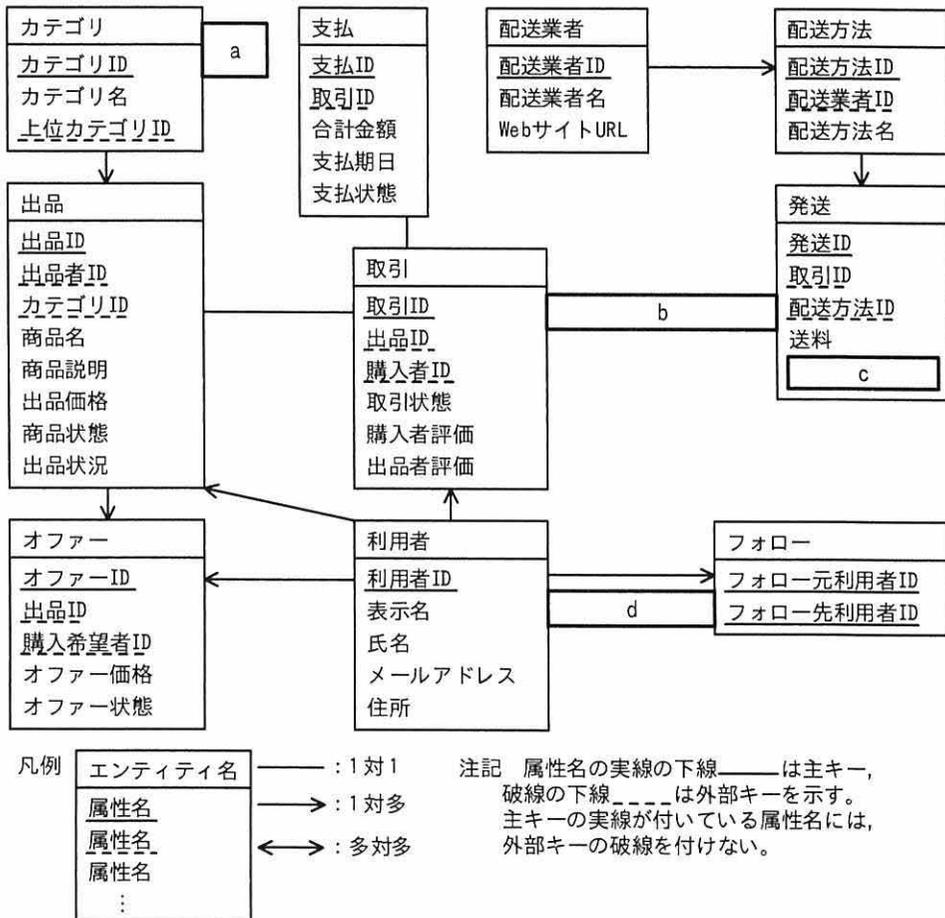


図 1 本システムの概念データモデル（抜粋）

本システムのデータベースでは、E-R図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、データを管理する。

## [SQL の作成]

Tさんは、表1の項番2の業務要件を実現するための検索のSQL文を作成した。作成したSQL文を図2に示す。なお、“:カテゴリID”、“:下限価格”、“:上限価格”、“:商品状態”、“:出品状況”、“:キーワード”は、該当の値を格納する埋込み変数である。また、最上位であるカテゴリの上位カテゴリIDにはNULLが設定されている。

```

    e 指定カテゴリ(カテゴリID, カテゴリ名, 上位カテゴリID) AS (
SELECT A.カテゴリID, A.カテゴリ名, A.上位カテゴリID
FROM カテゴリ A WHERE A.カテゴリID = :カテゴリID
    f
SELECT B.カテゴリID, B.カテゴリ名, B.上位カテゴリID
FROM カテゴリ B, 指定カテゴリ C WHERE B.上位カテゴリID = C.カテゴリID
)
SELECT * FROM 出品
INNER JOIN 指定カテゴリ
ON g
WHERE 出品.出品価格 BETWEEN :下限価格 AND :上限価格
AND 出品.商品状態 = :商品状態
AND 出品.出品状況 = :出品状況
AND (出品.商品名 h OR 出品.商品説明 h )

```

図2 作成したSQL文

## [性能の検証と改善]

Tさんがテストデータを用いて図2のSQL文の実行性能を検証したところ、実行を開始してから検索結果が得られるまでの処理時間が長く、実用的ではないことが判明した。

本システムでは出品される商品の数が膨大であり、利用者が図2のSQL文を頻繁に実行することが予想される。そこで、Tさんはキーワードでの検索が必要な商品名及び商品説明の列には全文検索エンジンを用いるとともに、その他の列に対しては適切なインデックスを設定し、性能上の懸念を解消することを検討した。

インデックスの方式には、B-tree インデックスを採用することにした。Tさんは、各表の表定義を確認し、インデックスを設定すべき列を検討した。出品表の表定義を表2に、カテゴリ表の表定義を表3に示す。

表2及び表3のデータ型欄は、データ型、長さ、精度、位取りを示す。PK欄は主キ

一制約、UK 欄は UNIQUE 制約、非 NULL 欄は非 NULL 制約の指定をするかどうかを示す。指定する場合には Y を、指定しない場合には N が記入されている。ここで、主キーに対しては UNIQUE 制約は指定せず、非 NULL 制約は指定するものとする。カーディナリティ欄は列に多数の異なる値をもつ場合には高を、少数の異なる値をもつ場合には低を記入する。そして、高と低の中間の数の異なる値をもつ場合には中を記入する。データ分布欄は列に含まれる値の確率分布の仮定を示す。

T さんは、①B-tree インデックスの特性を踏まえて、特定の値を指定したときに行数を表全体の 5%以下に絞り込める列だけにインデックスを設定することにした。

表 2 出品表の表定義

項番	列名	データ型	PK	UK	非 NULL	カーディナリティ	データ分布	定義内容
1	出品 ID	INT	Y	N	Y	高	一様分布	1~2000000000 の整数
2	出品者 ID	INT	N	N	Y	高	一様分布	1~2000000000 の整数
3	カテゴリ ID	INT	N	N	Y	中	一様分布	外部キー (カテゴリ)
4	商品名	VARCHAR(255)	N	N	Y	高	一様分布	最大 255 字の文字列
5	商品説明	CLOB	N	N	N	高	一様分布	(省略)
6	出品価格	DECIMAL(10,2)	N	N	Y	高	対数正規分布 (確率密度の最大値: 0.00003)	0.00~99999999.99 の固定小数点数
7	商品状態	SMALLINT	N	N	Y	低	一様分布	1~3 の整数 (1 は未使用, 2 は美品, 3 は傷ありを示す)
8	出品状況	SMALLINT	N	N	Y	低	一様分布	1~3 の整数 (1 は下書き, 2 は出品中, 3 は購入済みを示す)

表 3 カテゴリ表の表定義

項番	列名	データ型	PK	UK	非 NULL	カーディナリティ	データ分布	定義内容
1	カテゴリ ID	INT	Y	N	Y	高	一様分布	1~10000 の整数
2	カテゴリ名	VARCHAR(100)	N	N	Y	高	一様分布	最大 100 字の文字列
3	上位カテゴリ ID	INT	N	N	N	中	一様分布	外部キー (カテゴリ)

T さんは、必要なインデックスを設定後にテストデータを用いて図 2 の SQL 文の実行性能を検証し、実用的な性能であることを確認した。ただし、表 2 及び表 3 のデー

タ分布は新規事業立上げ前の時点における仮定でしかない。今後実際に運用する際にはデータ分布が仮定とは異なる場合があるので、定期的にインデックスを見直すことを申し送り事項の一つとして、本システムのデータベースの設計及び開発を完了した。

設問1 図1中の  ～  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、概念データモデルを完成させよ。なお、エンティティ間の関連及び属性名の表記は、図1の凡例に倣うこと。

設問2 図2中の  ～  に入れる適切な字句又は式を答えよ。

設問3 〔性能の検証と改善〕について答えよ。

- (1) 本文中の下線①について、B-tree インデックスの特性として適切なものを解答群の中から三つ選び、記号で答えよ。

解答群

ア インデックスを設定した各列に対する条件を AND 演算子で組み合わせた検索は高速化できるが、NOT 演算子を用いた条件による検索は高速化できない。

イ インデックスを設定した列に対して演算や型変換を行った上で検索条件に指定した場合、検索を高速化できる。

ウ インデックスを設定した列に含まれる値の分布に偏りが無い場合、検索性能が安定する。

エ カーディナリティが低い列にインデックスを設定すると、検索を高速化できる。

オ 行数  $n$  の表において、特定の行を検索するときの計算量は  $O(\log n)$  である。

カ 行数  $n$  の表において、特定の行を挿入するときの計算量は  $O(n)$  である。

キ 等号演算子を用いた条件による検索は高速化できるが、値の範囲を指定した条件による検索は高速化できない。

- (2) 出品表及びカテゴリ表のそれぞれについて、表2及び表3を基に、B-tree インデックスを設定することで図2のSQL文の実行性能の高速化に寄与する列名を全て答えよ。なお、本システムで使用する関係データベースでは、主キーに対して自動的にインデックスが設定される。

[ メモ用紙 ]

問7 スマートイヤホンに関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

G社は、専用のアプリケーションプログラム（以下、アプリという）をインストールしたスマートフォン（以下、スマホという）とBluetoothで接続して、音楽などの音源再生機能、電話の通話機能、ノイズキャンセル機能、音声アシスト機能をもつスマートイヤホン（以下、Sイヤホンという）を開発している。

利用者はアプリを用いて、Sイヤホンの音源再生機能と通話機能の開始／停止の指示、及びノイズキャンセル機能と音声アシスト機能のオン／オフの設定を行うことができる。Sイヤホンを用いて通話するときには、音源再生機能及び音声アシスト機能は使用できない。

Sイヤホンは左右が独立しており、左耳に装着するイヤホン（以下、左イヤホンという）はスマホとペアリングする。右耳に装着するイヤホン（以下、右イヤホンという）とスマホとの通信は、左イヤホンが中継する。

Sイヤホンは専用のケースに入れると電源がオフとなり充電が行われ、専用のケースから取り出すと電源がオンになる。

スマホ及びSイヤホンの概要を図1に、Sイヤホンの機能を表1に示す。

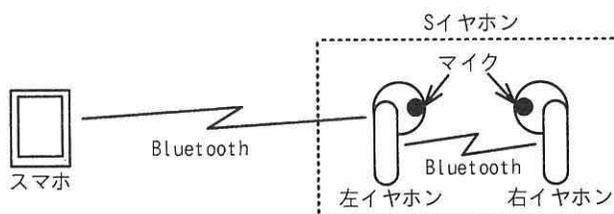


図1 スマホ及びSイヤホンの概要

表1 Sイヤホンの機能

機能名	概要
音源再生機能	・スマホから送信された音源データを、Sイヤホンで音質補正して出力する。
音声アシスト機能	・左イヤホンでは、利用者が発した音声から、特定のキーワードを検出すると、続くフレーズをスマホへの指示として左イヤホンからスマホに送信し、スマホで解析して実行する。
通話機能	・利用者がスマホの操作で発信する、又は利用者のスマホに着信があると、Sイヤホンは、 <input type="text" value="a"/> 及び <input type="text" value="b"/> を停止して、通話開始を音声で知らせる。 ・Sイヤホンの、音声を出力するスピーカー及び音声を入力するマイクを使用して、音声データを入出力することで、利用者は通話することができる。
ノイズキャンセル機能	・マイクから入力されたSイヤホンの周囲の音（以下、環境音という）から、環境音を打ち消すデータを生成する。このデータをスピーカーの出力に合成して環境音を低減させる。

[S イヤホンのハードウェア構成]

S イヤホンは、左イヤホンと右イヤホンのそれぞれが、マイク及びスピーカーを接続した音声制御部、クロック部、通信部、それらを制御する制御部、及び電力部から成る。左イヤホンと右イヤホンとでハードウェア構成に違いはない。

左イヤホンのハードウェア構成を図 2 に、S イヤホンの構成要素の機能概要を表 2 に示す。

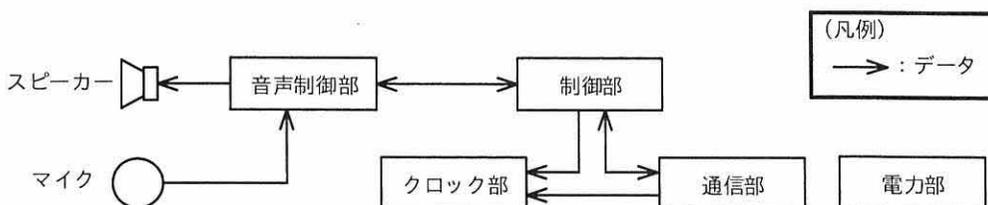


図 2 左イヤホンのハードウェア構成

表 2 S イヤホンの構成要素の機能概要

構成要素名	構成要素の機能
制御部	<ul style="list-style-type: none"> <li>表 1 に示す機能を実現するために、音声制御部、クロック部、通信部を制御する。</li> <li>左イヤホンの場合は、マイクから入力された音声データを解析して、特定のキーワードを検出する。</li> <li>機能の使用状況に応じて、クロックの供給の停止又は適切な周波数を決定して、クロック部に指示する。</li> <li>クロック部への指示は、0、0.5、1、1.5、又は 2 の値である。この値に、基準周波数を乗じた周波数のクロックが供給される。0 のときは、クロックの供給が停止される。</li> <li>クロックの供給が停止されると、その時点の状態を保持したまま停止する。クロックが再度供給されると停止したところから再開する。</li> </ul>
音声制御部	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 ミリ秒周期でマイクから入力された音声をデジタルデータに変換して、制御部に送信する。</li> <li>5 ミリ秒周期で制御部からデジタルデータを受信し、スピーカーで音声を出力する。その際、制御部から受信したノイズキャンセルデータを合成する。</li> </ul>
クロック部	<ul style="list-style-type: none"> <li>制御部の指示によって、指示された周波数のクロックの供給又は停止を行う。</li> <li>停止したクロックの供給は、①特定のイベントによって再開する。このイベントを受けてから 5 ミリ秒後に、停止する直前の周波数でクロックの供給を再開する。</li> </ul>
通信部	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bluetooth を用いてスマホと通信を行う。内部にクロックをもち、電源オン後は常に動作する。</li> <li>左イヤホンの場合は、スマホとペアリングした後、右イヤホンとスマホとの通信を中継する。</li> <li>スマホからのデータを受信すると、それを制御部に送信し、データを受信したことをクロック部に送信する。さらに、データが音源データ又は音声データの場合は、左右それぞれのイヤホン用のデータを取り出し、5 ミリ秒周期で制御部に送信する。</li> <li>制御部から受信した音声データをスマホに送信する。</li> </ul>
電力部	<ul style="list-style-type: none"> <li>充電可能な電池を内蔵しており、各部に電力を供給する。</li> </ul>

〔クロック部の動作〕

制御部の実行時間はクロックの周波数に反比例する。一方、消費電力はクロックの周波数が高いほど大きくなる。S イヤホンは電池駆動であるので、できる限り消費電力は小さくしたい。そこで、表 3 で示すように、機能の使用状況に応じてクロックの周波数を制御部の指示で適切に割り当てることとした。

表 3 機能の使用状況に応じたクロックの周波数の割当て

使用状況	機能				クロック部への周波数の指示
	音源再生	通話	ノイズキャンセル	音声アシスト	
待機時					0
音源再生 1	○			○	c
音源再生 2	○		○		d
通話時		○	△		e

凡例 ○：機能がオンである。 空白：機能がオフである。 △：機能のオン/オフが切替え可能である。

〔制御部のタスク〕

制御部はリアルタイム OS を使用している。電源オン時にメインタスクが生成される。左イヤホンと右イヤホンとで機能が異なるので、メインタスクはそのイヤホンで必要となるタスクだけを生成する。メインタスクを含め、それぞれのタスクは重複しない固有の優先度が割り当てられる。リアルタイム OS のタスクの状態は、実行状態、実行可能状態、又は待ち状態のいずれかである。

制御部のタスク一覧を表 4 に示す。クロックの周波数が基準周波数に等しいとき、タスクの実行に要する時間は表 4 に示す実行時間となる。スピーカータスク、マイクタスク及び特定語検出タスクは起動周期内に処理が完了しなければならない。起動周期内に処理が完了しない場合、音飛びやノイズなどの不具合が発生する。

表 4 制御部のタスク一覧

タスク名	タスクの機能	起動周期 <sup>1)</sup>	実行時間 <sup>2)</sup>
メイン	・ほかのタスクから通知を受けると、通知に応じた処理を行う。 ・機能の使用状況に応じて、適切なクロックの周波数を決定して、クロック部に指示する。ただし、クロックの供給の停止はアイドルタスクが行う。		0.05
スピーカー	・音源再生時、音源データに音質補正を行い音声制御部に送信する。	5	3.4
	・通話時、音声データを音質補正は行わず、音声制御部に送信する。	5	0.5
マイク	・マイクから入力された音声データを処理する。 ・ノイズキャンセル機能の処理を行い、生成された環境音を打ち消すデータを音声制御部に送信する。	2	1.0
特定語検出	・マイクタスクから受けた音声データを解析して、特定のキーワードを検出する。	40	20
通信	・通信部からデータを受信すると、メインタスクに通知する。 ・ほかのタスクから通知を受けると、通信部に送信する。		0.05
アイドル	・メインタスクから指示があると、クロック部にクロックの供給の停止を指示する。		

注<sup>1)</sup> 起動周期はクロックの周波数に依存せず一定である。単位はミリ秒である。

注<sup>2)</sup> 実行時間はクロックの周波数が基準周波数に等しいときの値である。単位はミリ秒である。

タスクの優先度は、通信タスクが最も高く、以下、メインタスク、 タスク、 タスク、 タスク、アイドルタスクの順である。

アイドルタスクは最も優先度が低いので、アイドルタスクが実行状態のとき、ほかのタスクの状態は である。

設問 1 S イヤホンの機能について答えよ。

- (1) 表 1 中の,  に入れる適切な機能名を表 1 中の機能名で答えよ。
- (2) 表 2 中の下線①の特定のイベント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 一定時間経過
- イ スマホからのデータを受信
- ウ 制御部からの指示を受信
- エ 電力部が電力を供給
- オ マイクから入力された音声データから特定のキーワードを検出

設問2 表3中の  ～  に入れる適切な数値の組合せを解答群の中から選び、記号で答えよ。ただし、メインタスクと通信タスクの実行時間、OSによるタスクの切替え時間は無視できるものとし、実行時間は供給されるクロックの周波数に反比例するものとする。

解答群

記号	c	d	e
ア	0.5	1	1.5
イ	1	1	0.5
ウ	1.5	1.5	2
エ	2	1	0.5
オ	2	1.5	1
カ	2	2	2

設問3 制御部のタスクについて答えよ。

- (1) 本文中の  ～  に入れるタスク名を、表4中のタスク名で答えよ。
- (2) 右イヤホンのメインタスクでは生成せず、左イヤホンのメインタスクだけが生成するタスクを、表4中のタスク名で答えよ。

設問4 アイドルタスクについて答えよ。

- (1) 本文中の  に入れるリアルタイムOSのタスクの状態を答えよ。
- (2) クロックの供給を停止できるのは、表3における使用状況が待機時のときだけである。待機時以外でクロックの供給を停止できない理由を、タスクの起動周期の観点で40字以内で答えよ。

[ メモ用紙 ]

問8 オブジェクト指向設計に関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

M社は、企業内の複数の情報システムを接続するデータ連携ハブを製造する会社である。M社のデータ連携ハブは、企業の基幹システムを構成するERP（Enterprise Resource Planning）ソリューションやクラウドサービスとデータ連携するための部品であるコネクタの種類が多いことが人気を呼び、売上を増大させている。

M社には三つの事業所に合計約100名が在籍しており、開発部がソフトウェアの開発を行っている。M社のデータ連携ハブに含まれるコネクタを実現するソフトウェアは、ERPソリューションやクラウドサービスの仕様変更に合わせて頻繁に修正する必要がある。また、同じプログラムコードが複数箇所にコピーされているなどの原因によって保守性が低いという課題があり、コネクタの開発コストが増大している。そこで、M社では、コネクタの開発コストを低減させるために、コネクタを構成するソフトウェアを再設計することになり、開発部のN君が担当することになった。

〔コネクタの利用方法〕

N君は、M社のデータ連携ハブのコネクタの利用方法を整理した。図1は、データ連携ハブを用いてデータ送信元システムからデータ送信先システムへ組織データを送信する例である。

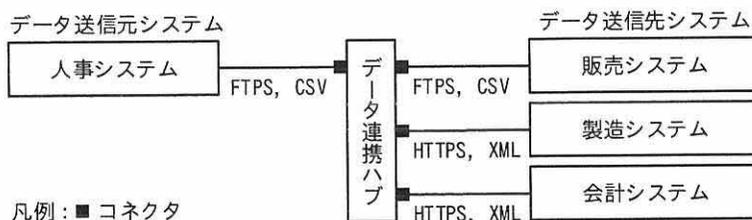


図1 データ連携ハブを用いた組織データの送信の例

データ連携ハブがFTPSを用いて人事システムからデータフォーマットがCSV形式のデータを取得し、データフォーマットや通信プロトコルを変換して別の三つのシステムに送信している。このときデータ連携ハブのコネクタの役割は、通信プロトコルやデータフォーマットの変換である。

[オブジェクト指向に関する調査]

N 君は、コネクタを再設計するために、オブジェクト指向について調査した。オブジェクト指向では、ソフトウェアを部品化し、部品の組合せによって目的のソフトウェアを作る。この方法では、データとそのデータに対する処理を一つのオブジェクトにまとめる **a** という設計指針のもと、外部公開するメソッドを定義してオブジェクト内のデータや処理の変更がオブジェクト外に与える影響を小さくする。また、あるオブジェクトの特性を他のオブジェクトに引き継ぐ **b** が可能であり、開発コストを低減できる。また、同名のメソッド呼出しに対してオブジェクトの種類によって異なる処理を実行する **c** を実現することが可能である。

[コネクタのクラス設計]

N 君は、コネクタの利用方法を考慮し、オブジェクト指向を用いてコネクタに関係するクラスを設計した。N 君が設計したクラス図（抜粋）を図 2 に示す。

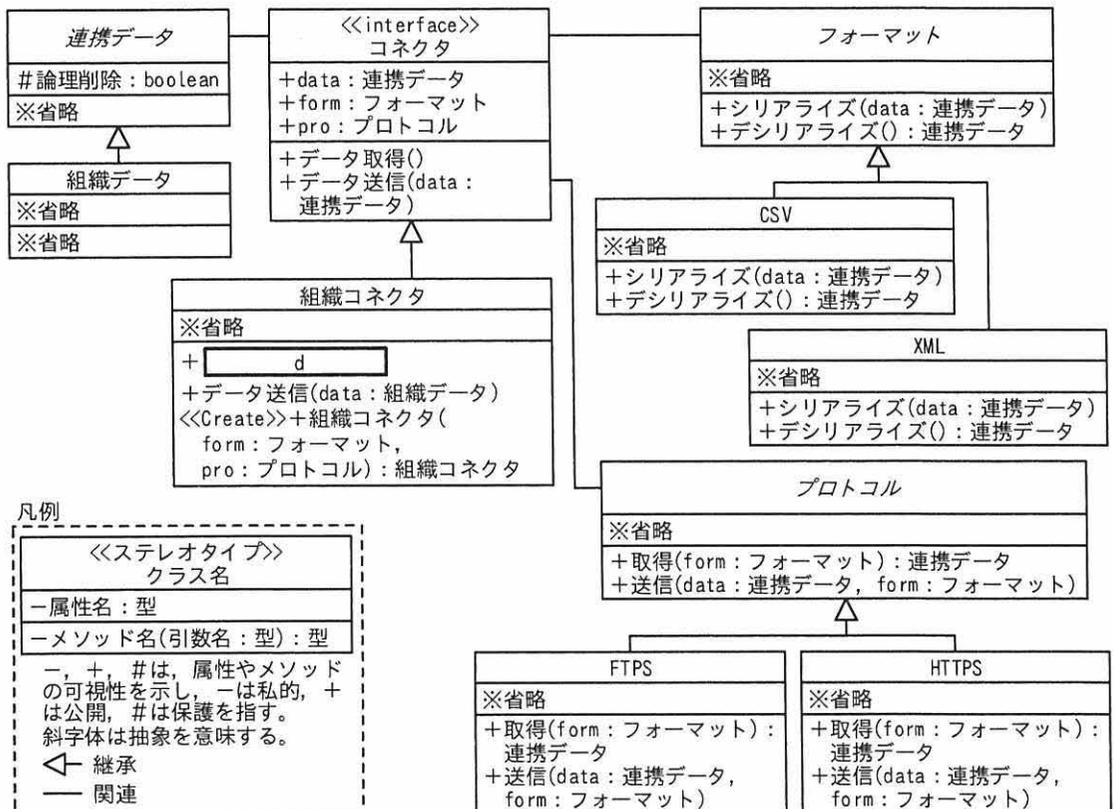


図 2 N 君が設計したクラス図（抜粋）

まず、送受信するデータのデータ項目を定義する連携データクラスとそれを親クラスとする組織データクラスを設計し、各クラスに必要な属性とメソッドを設計した。連携データクラスの論理削除属性は、組織データクラスのメソッドからアクセス e。

フォーマットクラス、CSV クラス、XML クラスは、送信するデータを CSV 形式や XML 形式に変換（シリアライズ）したり、受信した CSV 形式や XML 形式のデータを解析して、連携データクラスのインスタンスを生成（デシリアライズ）したりするクラスである。また、XML クラスのシリアライズのように、親クラスと同じ名称・引数・戻り値のメソッドを定義することを f という。

プロトコルクラス、FTPS クラス、HTTPS クラスは、データ送受信のためのクラスである。コネクタクラス、組織コネクタクラスは、コネクタを実現するためのクラスであり、送受信するデータのデータ項目に応じて処理を行うものである。

図 2 で設計されたクラスを用いて、図 1 に記載のデータ連携ハブから製造システム向けにデータを送信する組織コネクタクラスのインスタンスを作成する場合、g クラス及び h クラスから生成したインスタンスを引数に、組織コネクタクラスのインスタンスを作成する。h クラスの送信メソッドの中ではフォーマットクラスのシリアライズメソッドが呼び出されるが、実際には g クラスのシリアライズメソッドが呼び出される。

#### [コネクタの修正]

N 君は、今後予想されるコネクタの修正時に、図 2 で設計したクラスに対して少ない修正で対応できるか机上で検証した。

図 1 に記載の人事システムに格納されている研修受講記録データを新たに他システムへ送信する必要がある場合には、①新しいクラスを二つ作成すればよい。また、CSV ファイルや XML ファイルの中の講座名などの文字列の文字コードを変換する共通機能が必要となった場合には、②図 2 のある一つのクラスに文字コード変換のメソッドを追加すればよい。

その後、N 君は、コネクタの再設計に関する必要な作業を完了した。

設問1 本文中の  ～  に入れる適切な字句を答えよ。

設問2 〔コネクタのクラス設計〕について答えよ。

(1) 図2中の  に入れる適切な字句を答えよ。

(2) 本文中の ,  に入れる適切な字句を解答群の中から  
選び、記号で答えよ。

解答群

ア オーバライド

イ オーバロード

ウ コンストラクタ

エ できない

オ できる

カ デストラクタ

(3) 本文中の ,  に入れる適切なクラス名を図2中の字句を用いて答えよ。

設問3 〔コネクタの修正〕について答えよ。

(1) 本文中の下線①について、作成する二つのクラスは、図2中の異なるクラスを親クラスとする必要がある。作成するクラスの親クラスとすべきクラス名を図2中の字句を用いて全て答えよ。

(2) 本文中の下線②について、文字コード変換のメソッドを追加すべきクラス名を図2中の字句を用いて答えよ。

問9 電気機器メーカーの新たな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、大手の電気機器メーカーである。主力製品は、製造現場で用いられるIoTセンサーなどの機器である。製造業向けの産業機械市場に機器を提供する事業で成長してきたが、近年、成長の速度が鈍化している。そこで、研究開発していた生体センサーを核にして消費者向けのヘルスケア市場に新たなサービスを提供する新事業に進出することにした。

新事業を推進するヘルスケア事業開発部（以下、事業開発部という）を設立して、新たなサービスの事業可能性を検証するためのプロジェクト（以下、本プロジェクトという）を立ち上げることになった。昨年からはまったA社の中期事業計画では、製品開発やM&Aなどを通じて、5年後には事業開発部の売上高比率を全社の20%程度までに拡大し、主力事業の一つにする計画である。

[ヘルスケア事業の概要と本プロジェクトの位置付け]

(1) ヘルスケア事業の概要は次のとおりである。

- ・今後、成長が見込まれる消費者向けのヘルスケア市場に進出し、高齢化に伴う未病対策といった健康増進に関わるサービスを提供することを目的とする。
- ・消費者向けに機器に加えてサービスを提供するために、小規模ながらUX/UIデザインに定評のあるWeb開発会社のT社を買収し事業開発部に吸収した。
- ・医療機器製造業で健康増進に関わるサービスへの進出を計画しているR社と事業提携の交渉をしている。R社の事業部長S氏は提携に消極的だが、当面はA社に協力するようR社経営層から指示されている。
- ・最初のサービスとして、脈拍、血圧、体温などのバイタルデータを活用して運動を促す行動変容サービス（以下、新サービスという）を提供する。

(2) 本プロジェクトの位置付けは次のとおりである。

- ・生体センサーと連携した消費者向けのWebシステムを開発して新サービスを実現し、事業可能性を検証する。
- ・本プロジェクトはA社の取締役会で承認され、事業開発部とシステム部の両方を管掌するB取締役がプロジェクトスポンサーとなり、プロジェクトマネージャにはシステム部のC課長が任命された。

- ・ A 社のシステム部，旧 T 社のメンバーを含む事業開発部及び派遣契約で参加する R 社のメンバーでプロジェクトチームを編成する。
- ・ 新サービスの事業可能性を，他社の健康増進サービスの利用経験者を含む 20 名の先進的なユーザー（以下，先進ユーザーという）に参加してもらって検証する。

#### [本プロジェクトの立ち上げ]

A 社ではこれまで多くのプロジェクトを立ち上げてきたが，いずれも産業機械市場への機器の提供に付随するシステム開発プロジェクトであった。C 課長は，本プロジェクトの立ち上げに際して，次のことを考慮してプロジェクト計画を作成する必要があると考えた。

- ・ 本プロジェクトは，①A 社でこれまでに実施してきたプロジェクトとは異なる市場面及び製品・サービス面の特性をもつ。
- ・ これまで一緒に作業をしたことがない先進ユーザー，R 社からの派遣社員及び旧 T 社のメンバーが参加する。
- ・ 新市場に新サービスを提供するので，本プロジェクトには新たな視点での目標設定が必要である。そこで，旧 T 社のメンバーにもヒアリングした結果，顧客中心の考え方に基づいて，顧客への体験価値の提供を，本プロジェクトで最優先に達成する目標に設定した。
- ・ 事業可能性を高めるためには，先進ユーザーに参加してもらった上で，体験価値を確実に実現できるまで仮説検証プロセスを反復してから新サービスを開始する必要がある。
- ・ R 社の S 氏は，本プロジェクトの成否や成果に強い関心をもっており，新事業が順調に立ち上がれば，提携に積極的な態度に変わるものと期待できる。

#### [プロジェクト計画の作成]

C 課長は，影響力の大きい社外のステークホルダを特定し，表 1 のとおり社外のステークホルダ登録簿を作成した。なお，A 社内でのステークホルダのプロジェクトに対する姿勢はいずれも“支持する”である。

表1 社外のステークホルダ登録簿

項番	ステークホルダ	役割	プロジェクト に対する姿勢
1	先進ユーザー	仮説検証プロセスに参加して、事業可能性を検証する。	支持する
2	R社のS氏	R社のヘルスケア事業を企画していて、事業提携の交渉相手となる。	②抵抗する

次に、C課長は、本プロジェクトチームのメンバーが担う役割と本プロジェクトへの貢献についての認識を、表2のとおり整理した。C課長は、各メンバーが本プロジェクトへの貢献についての認識に基づいて活動できれば、本プロジェクトの目標は達成できると考えた。一方、各メンバーは、本プロジェクトでの活動について、他のメンバーとの協働やこれまでの作業環境との違いなどに不安を感じていることが分かった。

表2 メンバーが担う役割及び本プロジェクトへの貢献についての認識

項番	役割名	役割	本プロジェクトへの 貢献についての認識	担当
1	ビジネスアーキテクト（新事業開発者）	新事業の目的の実現に向けて、新サービスの提供方法を策定した上で、ステークホルダと協力関係を築き、本プロジェクトのスコープの確定と成果の評価を行う。	ビジネスモデルを設計し、ビジネス視点での提供価値を明確化する。	事業開発部の部員及びR社からの派遣社員
2	UX/UIデザイナー	新サービスの体験価値実現のプロセスを設計する。	新サービスの設計や、機能、情報の配置、外観、利用性（ユーザビリティ）のデザインで体験価値を実現する。	事業開発部の部員（旧T社出身）
3	データサイエンティスト	新サービスでのデータ活用を主導する。	データ活用によって新サービスの体験価値を拡大する。	システム部の部員2名
4	ソフトウェアエンジニア	新サービスを提供するためのシステムやソフトウェアの設計・実装・運用を行う。	新サービスを提供するためのソフトウェアの機能の実現及び開発・運用環境の整備を行う。	システム部の部員2名

C課長は、本プロジェクトで、③アジャイル開発アプローチを採用することにした。

〔リスクマネジメント計画〕

C 課長は、PMBOK ガイド第 7 版に基づき、表 3 のとおり本プロジェクトへの影響が大きいリスクを特定し、リスクへの対応戦略とそれに基づく対応策をリスク登録簿に設定した。

表 3 リスク登録簿（抜粋）

項番	リスク	リスクへの対応戦略	リスクへの対応策
1	ビジネス上の意思決定について R 社経営層との調整が難航し、R 社からの派遣社員が活動できず、プロジェクトの進捗が遅れる。	a	B 取締役、R 社経営層及び S 氏の参集する場（ステアリングコミッティー）を作り、意思決定が遅れないようにする。
2	先進ユーザーが提示する新サービスの体験価値実現に対する要件が収束せず、サービス開始日までに開発が完了しない。	b	サービス開始日を延期して、要件が収束するまで開発を継続する。これに対応するための予備費を確保しておく。
3	各メンバーが、他のメンバーとの協働やこれまでの作業環境との違いなどに不安を感じていて、これによって本プロジェクトの目標が達成できない。	（省略）	④メンバーの活動を阻害する不安要因を排除して、メンバーが活動しやすい環境を作る。

C 課長が、作成したプロジェクト計画を B 取締役に報告したところ、“c”が本プロジェクトの最優先の目標なので、特に、表 3 項番 2 を注視するように”と指示を受け、承認を得た。

設問 1 〔本プロジェクトの立ち上げ〕について答えよ。

- (1) 本文中の下線①について、市場面の特性を 20 字以内で答えよ。
- (2) 本文中の下線①について、製品・サービス面の特性を 20 字以内で答えよ。

設問 2 〔プロジェクト計画の作成〕について答えよ。

- (1) 表 1 中の下線②について、C 課長が、S 氏に対してとるべきステークホルダマネジメントとしての最も適切な行動を、解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

- ア R 社との事業提携の交渉を打ち切る。
- イ 適宜プロジェクトの進捗と成果を報告する。

ウ プロジェクトの進捗と成果の情報を秘匿し、ステークホルダとのコミュニケーションを避ける。

エ プロジェクトの進捗と成果の報告は最低限にとどめる。

(2) 本文中の下線③を実施する背景は何か。本文中の字句を用いて 30 字以内で答えよ。

設問3 [リスクマネジメント計画] について答えよ。

(1) 表3中の  ,  に入れる適切な字句を 2 字で答えよ。

(2) 表3 中の下線④について、C 課長が、この対応策によってリスクへの対応ができると考えた理由は何か。本文中の字句を用いて 40 字以内で答えよ。

(3) 本文中の  に入れる適切な字句を 15 字以内で答えよ。

[ メモ用紙 ]

問 10 サービスデスクの立上げに関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

B社は、中堅の電子機器販売会社で、全国に営業拠点がある。B社の営業部は、営業拠点に営業員を配置し、商品を販売している。販売数は順調に増加しているため、今後、営業員の増員を予定している。B社のシステム部サービス課は、営業支援システム（以下、本システムという）の設計、開発及び運用を行っており、本システムを営業支援サービス（以下、本サービスという）として利用者である営業員に提供している。また、サービス課は、サービスマネジメント活動を行っており、それぞれの活動に管理プロセスを定めている。サービス課に所属するC君はD課長の下でサービスマネージャを務めており、管理プロセスのマネジメントを行っている。サービスマネジメントの主な管理プロセスを表1に示す。

表1 サービスマネジメントの主な管理プロセス

項番	管理プロセス	概要
1	サービス要求管理	・利用者からのサービス要求（問合せ <sup>1)</sup> や標準変更 <sup>2)</sup> ）の記録と実現
2	インシデント管理	・インシデントの解決と管理
3	問題管理	・問題の特定と解決 ・インシデントの発生又は再発を防止する処置の定義
4	変更管理	・通常変更 <sup>3)</sup> についての変更要求の受付と管理 ・変更の実施

注<sup>1)</sup> 本サービスの機能や利用方法についての質問のこと。

注<sup>2)</sup> パスワードリセット、利用者の機器の移動など、手順が定型化されている、あらかじめ承認された変更のこと。

注<sup>3)</sup> 標準変更以外の変更のこと。

サービス要求管理については、利用者からのサービス要求を、サービス課の担当者が電話又は電子メールで受け付けている。受け付けた担当者はサービス要求を実現し、サービス要求の内容、実現した内容及び対応時間を問合せ記録簿に記録している。

サービス課では、本システムの初期リリース後も、順次、機能追加のリリースを行っている。各機能のリリース時には、利用者向けに説明会を開催し、開発の担当者が説明者となって機能の概要や利用方法の説明を行い、リリース後の問合せ先として、説明会の説明者が案内されている。

#### [サービス要求管理の現状と課題]

サービス要求のうち、問合せは、担当者が本サービスの操作マニュアル及び機能の詳細を記述した本システムの仕様書を参照して回答し、標準変更は、担当者が定型業務手順書を参照して実施している。なお、問合せの回答では、経験豊富な担当者は、操作マニュアル及び本システムの仕様書だけでなく暗黙知を使って問合せに短時間で回答する場合も多い。このことから、利用者からの問合せに対して最初の連絡で回答した割合（以下、一次解決率という）に、担当者間で差が出ている。また、問合せを受けてから回答までに要する時間を短縮するために、一次解決率の向上が課題となっている。今後、営業員の増員に伴いサービス課の業務量の増加が予想されているので、担当者の負荷が増大するおそれがあり、長時間残業の防止も課題となることが推測される。

そこで、サービス課は、一次解決率の向上のため、サービス課の経験豊富な担当者に指示して、問合せ記録簿に記録されている内容を基に、問合せ内容、対応手順及び回答内容を整理した問合せ対応ノウハウ集を作成することにした。併せて、営業員の増員による長時間残業を防止するために、来年度からサービス課内に新たな組織としてサービスデスクを立ち上げ、そのサービスデスクでサービス要求を受け付けて実現することにした。C君がサービスデスクのサービスマネージャに任命され、立上げも行うよう指示された。サービスデスク要員は、サービスデスクの業務経験が豊富な要員を新規採用し、C君の配下でサービスデスク業務を担当させることにした。

#### [サービスデスク立上げの検討]

D課長は、サービスデスクについて、“サービス課の業務量の増加に対応するために、業務を極力サービスデスクに移管する”とともに“一次解決率をできるだけ高くして、顧客満足を向上させる”との方針を挙げた。

C君は、D課長の方針を受け、サービス要求のうち、問合せについては、サービスデスク要員が問合せ対応ノウハウ集を活用して、利用者からの問合せに対して a できるようにすることで、一次解決率を向上させようと考えた。なお、サービス要求のうち、標準変更については、サービス課で現在利用している定型業務手順書を参照して、サービスデスク要員がサービス要求を実現できることを確認した。

これらを踏まえて、C君は、表2に示すサービスデスク立上げステップを定めた。

表2 サービスデスク立上げステップ

項番	ステップ	実施内容
1	サービス要求管理のプロセスの作成	サービス課とサービスデスクが連携して、サービスデスクで行うサービス要求管理のプロセスとルールを作成する。
2	サービスレベル目標の決定	サービス課と営業部との SLA 合意に先立って、サービス課と営業部でサービスレベル目標を決定する。
3	要員体制決定	サービスデスクの要員体制を決定する。
4	ドキュメントの整備	サービス課の経験豊富な担当者が、サービスデスク立上げ時点で必要なサービスデスク用ドキュメントを整備する。
5	スキルトランスファー	サービス課の担当者からサービスデスク要員に対して、 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">b</span> を行う。
6	予行演習	サービスデスクが事前検証のために、利用者を想定した予行演習を行う。
7	サービス開始	サービスデスクがサービスデスク業務を開始する。

[サービスデスクで行うサービス要求管理のプロセスの作成]

C 君は、表 3 に示すサービスデスクで行うサービス要求管理のプロセスを検討した。

表3 サービスデスクで行うサービス要求管理のプロセス

項番	手順	実施内容
1	受付	・利用者からのサービス要求を受け付け、内容を問合せ記録簿に記録する。
2	分類と優先順位付け	・サービス要求の内容を確認し、分類と優先順位付けを行う。 ・サービスデスクで実現可能なサービス要求は項番 3 を実施する。 ・サービスデスクで実現不可能なサービス要求は項番 4 を実施する。
3	サービス要求の実現	・問合せについては、操作マニュアル、 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">c</span> を参照して回答する。標準変更については、定型業務手順書に従って実施する。 ・サービス要求が実現できた場合は、項番 5 を実施する。実現できなかった場合は、項番 4 を実施する。
4	エスカレーションの実施	・C 君に対応をエスカレーションする。C 君が割り当てたサービス課の担当者が対応を行った後、サービス課の担当者から対応結果の回答を受け、対応内容を確認する。
5	サービス要求実現の確認	・利用者にサービス要求が実現できたことを確認する。 ・実現できている場合は、項番 6 を行う。実現できていない場合は、項番 2 から再度実行する。
6	終了	・必要に応じて、問合せ対応ノウハウ集の項目追加又は更新を行う。 ・問合せ記録簿の記録を更新し、終了する。

C君は、表3をD課長にレビューしてもらい、質問と指示を受けた。そのときのD課長とC君の会話を次に示す。

D課長： 項番3で標準変更については、現状の定型業務手順書を使うことになっているが、サービスデスク要員で対応可能ですか。

C君： 定型業務手順書は、よく整備されており、対応可能です。

D課長： ①サービス課の担当者が行っている業務に定型化できるものがないかを調査してください。

C君： 調査して報告します。

その後、C君は指示された調査を実施して、D課長に報告して了承された。

#### [サービスレベル目標の決定]

サービス課と営業部とのSLA合意に先立って、サービス課内部で会議を開催した。会議の中で、SLAには、サービスデスクの稼働時間、コミュニケーション手段、サービス要求の実現に要する平均時間のほか、サービス要求件数の上限の取決めが必要であることを確認した。今後、内容を整理して営業部と協議することになった。

また、会議の中でD課長から、“営業部と合意するサービス要求の実現に要する平均時間に関して、内部指標を設定して管理する。内部指標として問合せについては、②現状のサービス要求管理における課題の解消状況が分かるKPIを設定して管理を行い、顧客満足を上げていく。”との説明があった。

#### [要員体制決定]

C君は、来年度のサービスデスクの要員体制を決定するために、サービスデスク要員の工数を算出することにした。そこで、問合せ記録簿からサービス要求管理に要した対応時間を調査した。現状の平均サービス要求件数と平均対応時間を表4に示す。

表4 現状の平均サービス要求件数と平均対応時間

項番	サービス要求の内容	平均サービス要求件数 (件/日)	平均対応時間 (分/件)
1	問合せ(機能についての質問)	24	10
2	問合せ(利用方法についての質問)	15	20
3	標準変更(定型業務手順の実施依頼)	8	20

C君は、表4に加え次の条件を前提として、③1日あたりに必要な工数を算出した。  
ここで、1人の要員は、1日に8時間の対応時間が確保できるものとする。

- ・要員は一つのサービス要求に対応している間は、その対応に専念する。
- ・来年度のサービス要求件数は、営業員の増員によって表4に示す平均サービス要求件数がいずれも現状より2割増加する見込みである。
- ・サービス要求の集中度合いを考慮して、算出された工数に2割の余裕を確保する。

なお、サービスデスクの要員数については、工数に加えて、勤務体制、稼働率、エスカレーションの割合、採用する要員の技能などを考慮して決定することにした。

設問1 [サービスデスク立上げの検討] について答えよ。

- (1) 本文中の  に入れる適切な字句を、本文中の字句を用いて10字以内で答えよ。
- (2) 表2中の  に入れる適切な字句を20字以内で答えよ。

設問2 [サービスデスクで行うサービス要求管理のプロセスの作成] について答えよ。

- (1) 表3中の  に入れる適切な字句を15字以内で答えよ。
- (2) D課長が、本文中の下線①の調査を指示した目的は何か。D課長の方針を踏まえて35字以内で答えよ。また、この目的を達成するために有効な調査内容を、表1中の字句を用いて35字以内で答えよ。

設問3 [サービスレベル目標の決定] について、下線②のKPIの内容を10字以内で答えよ。

設問4 [要員体制決定] について、下線③の1日あたりに必要な工数は、何人日かを答えよ。なお、計算結果に小数が発生する場合、答えは小数第1位を切り上げて整数で求めよ。

[ メモ用紙 ]

問 11 チャットボット導入における開発計画の監査に関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

W 社は、中堅の家電メーカーである。顧客サービス部では、製品の特徴や使用方法に関する顧客からの問合せなどに回答するコールセンターを運用しており、Web 上で顧客からの問合せに対し、定型文で自動的に回答するチャットボット（以下、現行 CB という）で作業効率を向上させてきた。

問合せ内容をよりの確に解釈するなど、回答の品質向上のために、顧客サービス部長がシステムオーナーとなり、現行 CB のベンダーが提供する、ディープラーニングを利用していない機械学習方式のチャットボット（以下、新 CB という）を導入するプロジェクトを立ち上げることになった。

企画プロセスの完了を受けて、W 社監査部のシステム監査チームは、新 CB の開発計画の適切性について監査を実施することになった。そのために実施した予備調査の結果、次のことを把握した。

#### 〔予備調査の結果〕

##### (1) 現行 CB の概要と課題

- ① W 社では、季節性のある製品を多く取りそろえているので、顧客から寄せられる問合せ数は、季節性のある製品では季節によって偏りがある。
- ② 現行 CB では、顧客が入力した曖昧な言葉に対応できず、FAQ に回答が存在するにもかかわらず、問合せを解釈できずに回答が表示されないことや、誤った回答を表示することがある。顧客が現行 CB の回答では不十分と感じた場合には、顧客からの要望で、コールセンターのオペレーターが代わって問合せ対応を実施している。
- ③ 導入効果をモニタリングするために、顧客の入力テキスト、現行 CB が表示した回答、現行 CB の回答に対して“役立った”かどうかの結果などを、CB 回答履歴として保存している。これらの情報を分析し、顧客から“役立った”という評価を得た割合（以下、回答満足率という）を効果測定の指標の一つにしている。
- ④ 新製品については、発売に合わせて新規に FAQ を知識ベースに登録している。今回のプロジェクト期間中にも、発売が予定されている新製品が複数ある。

- ⑤ 現行 CB を導入した際には、受入テストを顧客サービス部員が参加せずに開発担当者だけが実施したことから、新製品に関する問合せに対して適切に回答できないなど、本番移行後に混乱を招く問題点があった。

## (2) プロジェクトの概要

これまで、企画プロセスにおいて新 CB 導入の目的の明確化、システム化計画の立案、及び PoC (Proof of Concept : 概念実証) を実施しており、PoC の結果は品質向上の効果を見込めるものであった。現在、開発計画書案を顧客サービス部とシステム部が共同で作成したところである。関係する役員、及び財務部、顧客サービス部、システム部の各部長で構成するプロジェクト運営委員会で開発計画書案を承認する予定である。

今後の開発プロセスにおいて要件定義、追加の機械学習を含む設計、実装、テスト、受入テスト、及び本番移行を予定している。新 CB の機能構成を図 1 に示す。

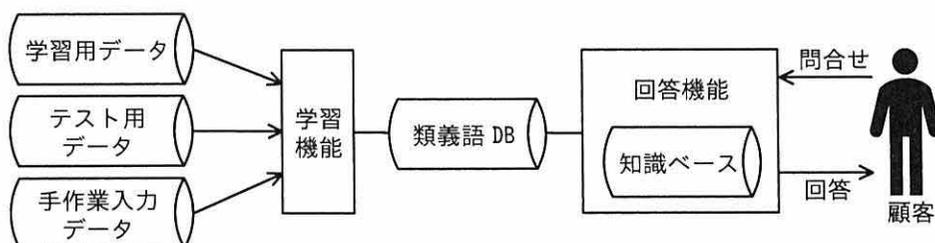


図 1 新 CB の機能構成

## (3) 新 CB の機能概要と機械学習

- ① 回答機能には、現行 CB よりも改良した知識ベースを備えており、新 CB においても新製品の発売に合わせて FAQ を知識ベースに登録する。新 CB では、類似する言葉を整理して、言葉の関連度合いを格納している用語データベース（以下、類義語 DB という）が備わっている。回答機能では、顧客の入力テキストを自然言語処理し、類義語 DB と突き合わせることで、顧客の曖昧な言葉遣いに対してある程度問合せ対応可能であり、回答満足率の向上が期待できる。
- ② 新 CB の類義語 DB は、ベンダーからの納入時には一般的な語句だけに対応している。W 社製品に関する語句などを類義語 DB に反映するには、二つの方法がある。一つ目は、手作業入力データを基に学習機能に備わる手作業入力機能によって、類義語 DB を整備する方法である。二つ目は、現行 CB の CB 回答履歴から抽

出した文章を自然言語処理によって品詞別に分解し、AI モデルによって機械学習することで類義語 DB を整備する方法である。

PoC では、機械学習によって類義語 DB を整備する際のサーバ処理に想定以上の時間を要していた。

- ③ PoC における機械学習による類義語 DB の整備では、現行 CB の CB 回答履歴から 6 か月分を学習用データ及びテスト用データとして、ランダムに抽出した。また、回答満足率を指標にして、効果の目標レベルを定め、新 CB の有効性を判断している。
- ④ 新 CB では、設計において、追加の機械学習によって類義語 DB の精度を高め、回答満足率を上げる想定である。設計後においても、本番運用向けの類義語 DB の学習では、再学習を実施する。

〔監査手続案の作成〕

予備調査の結果を踏まえて、システム監査チームが作成した監査手続案（抜粋）を表 1 に示す。

表 1 監査手続案（抜粋）

項番	想定されるリスク	監査手続
1	追加の機械学習後のテスト結果では効果があったにもかかわらず、本番運用において効果が認められない。	開発計画書案を閲覧し、追加の機械学習における <input type="text" value="a"/> 用データとテスト用データを別に準備していることを確認し、評価する計画になっているかどうか確かめる。
2	類義語 DB の整備が不十分であったことによって、新製品に関する質問に対して、新 CB が適切な回答をしない。	開発計画書案を閲覧し、発売前の新製品に関して適切に回答するために、 <input type="text" value="b"/> 機能による類義語 DB の整備を実施する計画を策定しているかどうか確かめる。
3	受入テスト結果では当初予定の導入効果がなかったにもかかわらず、再学習などの対応を実施せず、本番運用に移行する。	開発計画書案を閲覧し、本番移行の可否判断で使用する適切な評価項目とその項目に設定した具体的な効果の <input type="text" value="c"/> が定められているかどうか確かめる。
4	テストにおいて不具合を発見した際に原因箇所の特定に時間を要したり、同じ不具合が本番運用で発生したりする。	開発計画書案を閲覧し、次を実施する計画になっているかどうか確かめる。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・テストの手順が策定され、手順にのっとりテストを実施する。</li> <li>・テスト結果と不具合の対応状況を文書化して保管するとともに、プロジェクト関係者による <input type="text" value="d"/> を適切に実施する。</li> </ul>

〔監査部長の指示〕

監査部長は、監査手続案をレビューして、次のとおりシステム監査チームに指示した。

- (1) 表 1 項番 1 について、設計における追加の機械学習では、類義語 DB の整備がスケジュールどおり完了しないおそれがある。機械学習を実行するサーバに対する非機能要件の一つである  が、PoC を実施した際の実績データから導いた要件になっているか確かめること。
- (2) 表 1 項番 2 について、新製品だけでなく、現行の  に関する問合せへの回答について、学習用データが不十分で、適切に回答できないおそれがある。設計における追加の機械学習では、製品を網羅する観点から学習用データを準備する計画になっているか確かめること。
- (3) 表 1 項番 3 について、新 CB の有効性を確保するために、 に先立って、プロジェクト運営委員会が、当初予定の導入効果が得られる見込みを評価する計画になっているか確かめること。
- (4) 追加する監査手続として、現行 CB 導入時における問題点を踏まえて、今後の開発プロセスにおいて顧客サービス部による  が適切に実施される計画になっているか確かめること。

設問 1 表 1 の監査手続案について答えよ。

- (1) 表 1 中の  ,  に入れる適切な字句を、それぞれ 5 字以内で答えよ。
- (2) 表 1 中の  に入れる適切な字句を、本文中の字句を用いて 5 字以内で答えよ。
- (3) 表 1 中の  に入れる適切な字句を、5 字以内で答えよ。

設問 2 〔監査部長の指示〕について答えよ。

- (1) 本文中の  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 外部インタフェース要件 | イ 性能要件  |
| ウ セキュリティ要件    | エ 保守性要件 |

- (2) 本文中の  ～  に入れる適切な字句を、それぞれ 10 字以内で答えよ。

[ × 毛 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、次のものに限りです。
- なお、会場での貸出しは行っていません。
- 受験票、黒鉛筆及びシャープペンシル（B 又は HB）、鉛筆削り、消しゴム、定規、時計（時計型ウェアラブル端末は除く。アラームなど時計以外の機能は使用不可）、ハンカチ、ポケットティッシュ、目薬
- これら以外は机の上に置けません。使用もできません。
10. 試験終了後、この問題冊子は持ち帰ることができます。
11. 答案用紙は、いかなる場合でも提出してください。回収時に提出しない場合は、採点されません。
12. 試験時間中にトイレへ行きたくなくなったり、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。