

令和元年度 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、採点されないことがあります。生年月日欄については、受験票の生年月日を訂正した場合でも、訂正前の生年月日を記入してください。
 - (3) 選択した問題については、右の例に従って、選択欄の問題番号を○印で囲んでください。○印がない場合は、採点されません。問 2~問 11 について、5 問以上○印で囲んだ場合は、はじめの 4 問について採点します。
 - (4) 解答は、問題番号ごとに指定された枠内に記入してください。
 - (5) 解答は、丁寧な字ではっきりと書いてください。読みにくい場合は、減点の対象になります。

[問 3, 問 4, 問 6, 問 8 を選択した場合の例]

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

注意事項は問題冊子の裏表紙に続きます。
こちら側から裏返して、必ず読んでください。

〔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	標的型サイバー攻撃

●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	スマートフォン製造・販売会社の成長戦略
問 3	プログラミング	ニューラルネットワーク
問 4	システムアーキテクチャ	ホームセキュリティシステムの実証実験
問 5	ネットワーク	HTTP/2
問 6	データベース	健康応援システムの構築
問 7	組込みシステム開発	学習機能付き赤外線リモートコントローラの設計
問 8	情報システム開発	道路交通信号機の状態遷移設計
問 9	プロジェクトマネジメント	複数拠点での開発プロジェクト
問 10	サービスマネジメント	IT サービスマネジメントの改善
問 11	システム監査	購買業務のシステム監査

次の問 1 は必須問題です。必ず解答してください。

問 1 標的型サイバー攻撃に関する次の記述を読んで、設問 1, 2 に答えよ。

P 社は、工場などで使用する制御機器の設計・開発・製造・販売を手掛ける、従業員数約 50 人の製造業である。P 社では、顧客との連絡やファイルのやり取りに電子メール（以下、メールという）を利用している。従業員は一人 1 台の PC を貸与されており、メールの送受信には PC 上のメールクライアントソフトを使っている。メールの受信には POP3、メールの送信には SMTP を使い、メールの受信だけに利用者 ID とパスワードによる認証を行っている。PC はケーブル配線で社内 LAN に接続され、インターネットへのアクセスはファイアウォール（以下、FW という）で HTTP 及び HTTPS によるアクセスだけを許可している。また、社内情報共有のためのポータルサイト用に、社内 LAN 上の Web サーバを利用している。P 社のネットワーク構成の一部を図 1 に示す。社内 LAN 及び DMZ 上の各機器には、固定の IP アドレスを割り当てている。

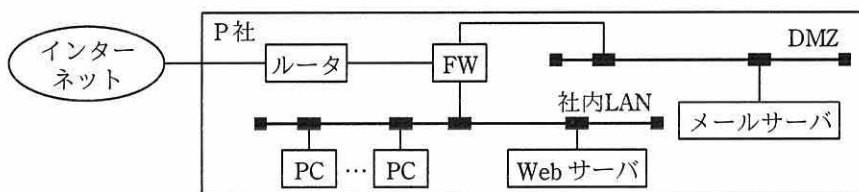


図 1 P 社のネットワーク構成（一部）

〔P 社に届いた不審なメール〕

ある日、“添付ファイルがある不審な内容のメールを受信したがどうしたらよいか”との問合せが、複数の従業員から総務部の情報システム担当に寄せられた。P 社に届いた不審なメール（以下、P 社に届いた当該メールを、不審メールという）の文面を図 2 に示す。

P 社従業員の皆様
総務部長の X です。

通達でお知らせしたとおり、PC で利用しているアプリケーションソフトウェアの調査を依頼します。このメールに情報収集ツールを添付しましたので、圧縮された添付ファイルを次に示すパスワードを使って PC 上で展開の上、情報収集ツールを実行して、画面の指示に従ってください。

図 2 不審メールの文面（抜粋）

情報システム担当の Y さんが不審メールのヘッダを確認したところ、送信元メールアドレスのドメインは P 社以外となっていた。また、総務部の X 部長に確認したところ、そのようなメールは送信していないとのことであった。X 部長は、不審メールの添付ファイルを実行しないように、全従業員に社内のポータルサイト、館内放送及び緊急連絡網で周知するとともに、Y さんに不審メールの調査を指示した。

Y さんが社内の各部署で聞き取り調査を行ったところ、設計部の Z さんも不審メールを受信しており、添付ファイルを展開して実行してしまっていたことが分かった。Y さんは、Z さんが使用していた PC（以下、被疑 PC という）のケーブルを①ネットワークから切り離し、P 社のネットワーク運用を委託している Q 社に調査を依頼した。

Q 社で被疑 PC を調査した結果、不審なプロセスが稼働しており、インターネット上の特定のサーバと不審な通信を試みていたことが判明した。不審な通信は SSH を使っていたので、②特定のサーバとの通信には失敗していた。また、Q 社は a のログを分析して、不審な通信が被疑 PC 以外には観測されていないので、被害はないと判断した。

Q 社は、今回のインシデントは P 社に対する標的型サイバー攻撃であったと判断し、調査の内容を取りまとめた調査レポートを Y さんに提出した。

〔標的型サイバー攻撃対策の検討〕

Y さんからの報告と Q 社の調査レポートを確認した X 部長は、今回のインシデントの教訓を生かして、情報セキュリティ対策として、図 1 の P 社の社内 LAN のネットワーク構成を変更せずに実施できる技術的対策の検討を Q 社に依頼するよう、Y さんに指示した。Q 社の W 氏は Y さんとともに、P 社で実施済みの情報セキュリティ対策のうち、標的型サイバー攻撃に有効な技術的対策を確認し、表 1 にまとめた。

表 1 標的型サイバー攻撃に有効な P 社で実施済みの情報セキュリティ対策（一部）

対策の名称	対策の内容
FW による遮断	・ PC からインターネットへのアクセスには、FW で HTTP 及び HTTPS だけを許可し、それ以外は遮断する。
PC へのマルウェア対策ソフトの導入	・ PC にマルウェア対策ソフトを導入し、定期的にパターンファイルの更新と PC 上の全ファイルのチェックを行う。 ・ リアルタイムスキャンを有効化する。

W氏は、表1の実施済みの情報セキュリティ対策を踏まえて、図1のP社の社内LANのネットワーク構成を変更せずに実施できる技術的対策の検討を進め、表2に示す標的型サイバー攻撃に有効な新たな情報セキュリティ対策案をYさんに示した。

表2 標的型サイバー攻撃に有効な新たな情報セキュリティ対策案

対策の名称	対策の内容
メールサーバにおけるメール受信対策	・メールサーバ向けマルウェア対策ソフトを導入して、届いたメールの本文や添付ファイルのチェックを行い、不審なメールは隔離する。 ・bなどの送信ドメイン認証を導入する。
メールサーバにおけるメール送信対策	・PCからメールを送信する際にも、利用者認証を行う。
インターネットアクセス対策	・PCから直接インターネットにアクセスすることを禁止（FWで遮断）し、DMZに新たに設置するプロキシサーバ経由でアクセスさせる。 ・プロキシサーバでは、利用者IDとパスワードによる利用者認証を導入する。 ・プロキシサーバでは、不正サイトや改ざんなどで侵害されたサイトを遮断する機能を含むURLフィルタリング機能を導入する。
ログ監視対策	・Q社のログ監視サービスを利用して、FW及びプロキシサーバのログ監視を行い、不審な通信を検知する。

W氏は、新たな情報セキュリティ対策案について、Yさんに次のように説明した。

Yさん：メールサーバに導入する送信ドメイン認証は、標的型サイバー攻撃にどのような効果がありますか。

W氏：送信ドメイン認証は、メールのcを検知することができます。導入すれば、今回の不審メールは検知できたと思います。

Yさん：メールサーバで送信する際に利用者認証を行う理由を教えてください。

W氏：標的型サイバー攻撃の目的が情報窃取だった場合、メール経由で情報が外部に漏えいするおそれがあります。利用者認証を行うことでそのようなリスクを低減できます。

Yさん：インターネットアクセス対策は、今回の不審な通信に対してどのような効果がありますか。

W氏：今回の不審な通信は特定のサーバとの通信に失敗していましたが、マルウェアが使用する通信プロトコルがdだった場合、サイバー攻撃の被害が拡大していたおそれがありました。その場合でも、表2に示したイ

インターネットアクセス対策を導入することで防げる可能性が高まります。

Y さん： URL フィルタリング機能は、どのようなリスクへの対策ですか。

W 氏： 標的型サイバー攻撃はメール経由とは限りません。例えば、③水飲み場攻撃によってマルウェアをダウンロードさせられることがあります。URL フィルタリング機能を用いると、そのような被害を軽減できます。

Y さん： ログ監視対策の目的も教えてください。

W 氏： 表 2 に示したインターネットアクセス対策を導入した場合でも、高度な標的型サイバー攻撃が行われると、④こちらが講じた対策を回避して C&C (Command and Control) サーバと通信されてしまうおそれがあります。その場合に行われる不審な通信を検知するためにログ監視を行います。

W 氏から説明を受けた Y さんは、Q 社から提案された新たな情報セキュリティ対策案を X 部長に報告した。報告を受けた X 部長は、各対策を導入する計画を立てるとともに、⑤不審なメールの適切な取扱いについて従業員に周知するように、Y さんに指示した。

設問 1 [P 社に届いた不審なメール] について、(1)～(3)に答えよ。

- (1) 本文中の下線①で、Y さんが被疑 PC をネットワークから切り離した目的を 20 字以内で述べよ。
- (2) 本文中の下線②で、不審なプロセスが特定のサーバとの通信に失敗した理由を 20 字以内で述べよ。
- (3) 本文中の a に入れる適切な字句を、図 1 中の構成機器の名称で答えよ。

設問 2 [標的型サイバー攻撃対策の検討] について、(1)～(5)に答えよ。

- (1) 表 2 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 OP25B イ PGP ウ S/MIME エ SPF

- (2) 本文中の c，d に入れる適切な字句を、それぞれ 20 字以内で答えよ。

- (3) 本文中の下線③の水飲み場攻撃では、どこかにあらかじめ仕込んでおいたマルウェアをダウンロードするように仕向ける。マルウェアはどこに仕込まれる可能性が高いか、適切な内容を解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

- ア P 社従業員がよく利用するサイト
 - イ P 社従業員の利用が少ないサイト
 - ウ P 社のプロキシサーバ
 - エ P 社のメールサーバ
- (4) 本文中の下線④で、C&C サーバが URL フィルタリング機能でアクセスが遮断されないサイトに設置された場合、マルウェアがどのような機能を備えていると対策を回避されてしまうか、適切な内容を解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

- ア PC 上のファイルを暗号化する機能
 - イ 感染後にしばらく潜伏してから攻撃を開始する機能
 - ウ 自身の亜種を作成する機能
 - エ プロキシサーバの利用者認証情報を窃取する機能
- (5) 本文中の下線⑤で、P 社従業員が不審なメールに気付いた場合、不審なメールに添付されているファイルを展開したり実行したりすることなくとるべき行動として、適切な内容を解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

- ア PC のメールクライアントソフトを再インストールする。
- イ 不審なメールが届いたことを P 社の情報システム担当に連絡する。
- ウ 不審なメールの本文と添付ファイルを PC に保存する。
- エ 不審なメールの本文に書かれている URL にアクセスして真偽を確認する。

〔 メ モ 用 紙 〕

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

なお、5 問以上○印で囲んだ場合は、はじめの 4 問について採点します。

問 2 スマートフォン製造・販売会社の成長戦略に関する次の記述を読んで、設問 1～4 に答えよ。

B 社は、スマートフォンの企画、開発、製造、販売を手掛ける会社である。“技術で人々の生活をより豊かに”の企業理念の下、“ユビキタス社会の実現に向けて、社会になくてはならない会社となる”というビジョンを掲げている。これまでは、スマートフォン市場の拡大に支えられ、順調に売上・利益を成長させてきたが、今後は市場の拡大の鈍化に伴い、これまでのような成長が難しくなると予測している。そこで、B 社の経営陣は今後の成長戦略を検討するよう経営企画部に指示し、同部の C 課長が成長戦略検討の責任者に任命された。

〔環境分析〕

C 課長は、最初に B 社の外部環境及び内部環境を分析し、その結果を次のとおりにまとめた。

(1) 外部環境

- ・国内のスマートフォン市場は成熟してきた。一方、海外のスマートフォン市場は、国内ほど成熟しておらず、伸びは鈍化傾向にあるものの、今後も拡大は続く見込みである。日本から海外への販売機会がある。
- ・国内では、国内の競合企業に加えて海外企業の参入が増えており、競争はますます激しさを増している。これによって、多くの企業が市場を奪い合う形となり、価格も下がり a となりつつある。
- ・5G による通信、IoT、AI のような技術革新が進んでおり、これらの技術を活用したスマートフォンに代わる腕時計のようなウェアラブル端末や、家電とつながるスマートスピーカの普及が期待される。また、医療や自動運転の分野で、新しい機器の開発が期待される。一方で、技術革新は急速であり、製品の陳腐化が早く、市場への迅速な製品の提供が必要である。
- ・スマートフォンは、機能の豊富さから若齢者層には受け入れられやすい。一方で、操作の複雑さから高齢者層は使用することに抵抗があり、普及率は低い。
- ・スマートフォンへの顧客ニーズは多様化しており、サービス提供のあり方も重要

になっている。

(2) 内部環境

- ・ B 社は自社の強みを製品の企画，開発，製造の一貫体制であると認識している。
これによって，顧客ニーズを満たす高い品質の製品を迅速に市場に提供できている。また，単一の企業で製品の企画，開発，製造をまとめて行うことで，異なる製品間における開発資源などの共有を実現し，複数の企業に分かれて企画，開発，製造するよりもコストを抑えている。
- ・ B 社は国内の販売に加えて海外でも販売しているが，マニュアルやサポートの多言語の対応などでノウハウが十分でなく，いまだに未開拓の国もある。
- ・ B 社はスマートフォンの新機能に敏感な若齢者層をターゲットセグメントとして，テレビコマーシャルなどの広告を行っている。広告は効果が大きく，売上拡大に寄与している。一方で，高齢者層は売上への寄与が少ない。
- ・ B 社は医療や自動運転の分野の市場には販売ルートをもっておらず，これらの市場への参入は容易ではない。
- ・ 競合企業の中には製造の体制をもたない，いわゆるファブレスを方針とする企業もあるが，B 社はその方針は採っていない。①今後の新製品についても，現在の方針を維持する予定である。

〔成長戦略の検討〕

C 課長は，環境分析の結果を基に，ビジネス b の一つである成長マトリクスを図 1 のとおり作成した。図 1 では，製品・サービスと市場・顧客を四つの象限に区分した。区分に際しては，スマートフォンを既存の製品・サービスとし，スマートフォン以外の機器を新規の製品・サービスとした。また，現在販売ルートのある市場の若齢者層を既存の市場・顧客とし，それ以外を新規の市場・顧客とした。

		製品・サービス	
		既存	新規
市場・顧客	既存	第 1 象限 ・ 新機能の追加 ・ c	第 2 象限 ・ スマートスピーカの製品化 ・ (省略)
	新規	第 3 象限 ・ 現在販売ルートのある市場の高齢者層への販売 ・ (省略)	第 4 象限 ・ 医療機器の製品化 ・ (省略)

図 1 成長マトリクス

当初、C 課長は、成長マトリクスを基に外部環境に加えて内部環境も考慮して検討した結果、②第 2 象限と第 4 象限の二つの象限の戦略に力を入れるべきだと考えた。しかし、その後③第 4 象限の戦略に関する B 社の弱みを考慮し、第 2 象限の戦略を優先すべきだと考えた。

〔投資計画の評価〕

第 2 象限の一部の戦略については、すぐに B 社で製品化できる見込みのものがある。内部環境を考慮すると、これについても B 社で企画、開発、製造を行うことで、d によるメリットが期待できる。

C 課長は、この製品化について、複数の投資計画をキャッシュフローを基に評価した。投資額の回収期間を算出する手法としては、金利やリスクを考慮して将来のキャッシュフローを e に割り引いて算出する割引回収期間法が一般的な方法であるが、製品の陳腐化が早いので簡易的な回収期間法を使用することにした。また、回収期間の算出には、損益計算書上の利益に④減価償却費を加えた金額を使用した。製品化の投資計画は、表 1 のとおりである。

表 1 製品化の投資計画

		単位 百万円				
年数 ¹⁾	投資年度	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年
投資額	1,000	0	0	0	0	0
利益 ²⁾		200	300	300	200	100
減価償却費		200	200	200	200	200

注¹⁾ 投資年度からの経過年数を示す。

²⁾ 発生主義に基づく損益計算書上の利益を示す。

投資額は投資年度の終わりに発生し、利益と減価償却費は各年内で期間均等に発生するものとして、C 課長は表 1 を基に、回収期間を f 年と算出した。

設問 1 本文及び図 1 中の a ～ d に入れる適切な字句を解答群の中から選び、記号で答えよ。

a に関する解答群

ア 寡占市場

イ ニッチ市場

ウ ブルーオーシャン

エ レッドオーシャン

bに関する解答群

- ア アーキテクチャ
- ウ モデル化手法

- イ フレームワーク
- エ 要求分析手法

cに関する解答群

- ア ウェアラブル端末の製品化
- ウ 提供サービスの細分化

- イ 自動運転機器の製品化
- エ 未開拓の国への販売

dに関する解答群

- ア アライアンス
- ウ 規模の経済

- イ イノベーション
- エ 範囲の経済

設問2 「環境分析」について、本文中の下線①の目的を解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

- ア 資金を開発投資に集中したい。
- イ 製造設備の初期投資を抑えたい。
- ウ 製品のブランド力を高めたい。
- エ 高い品質の製品をコストを抑えて製造したい。

設問3 「成長戦略の検討」について、(1)、(2)に答えよ。

- (1) 本文中の下線②について、第2象限と第4象限の二つの象限の戦略に力を入れるべきだとC課長が考えた内部環境上の積極的な理由を、40字以内で述べよ。
- (2) 本文中の下線③のB社の弱みとは何か。25字以内で述べよ。

設問4 「投資計画の評価」について、(1)～(3)に答えよ。

- (1) 本文中の e に入れる適切な字句を6字以内で答えよ。
- (2) 本文中の下線④の理由を、“キャッシュ”という字句を含めて、30字以内で述べよ。
- (3) 本文中の f に入れる適切な数値を求めよ。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。

問3 ニューラルネットワークに関する次の記述を読んで、設問1～4に答えよ。

AI技術の進展によって、機械学習に利用されるニューラルネットワークは様々な分野で応用されるようになってきた。ニューラルネットワークが得意とする問題に分類問題がある。例えば、ニューラルネットワークによって手書きの数字を分類（認識）することができる。

分類問題には線形問題と非線形問題がある。図1に線形問題と非線形問題の例を示す。2次元平面上に分布した白丸（○）と黒丸（●）について、線形問題（図1の(a)）では1本の直線で分類できるが、非線形問題（図1の(b)）では1本の直線では分類できない。機械学習において分類問題を解く機構を分類器と呼ぶ。ニューラルネットワークを使うと、線形問題と非線形問題の両方を解く分類器を構成できる。

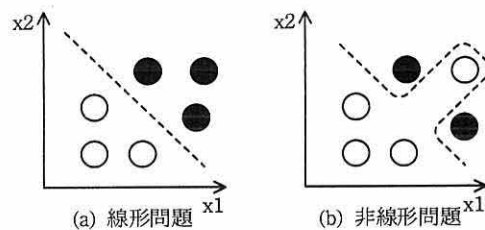
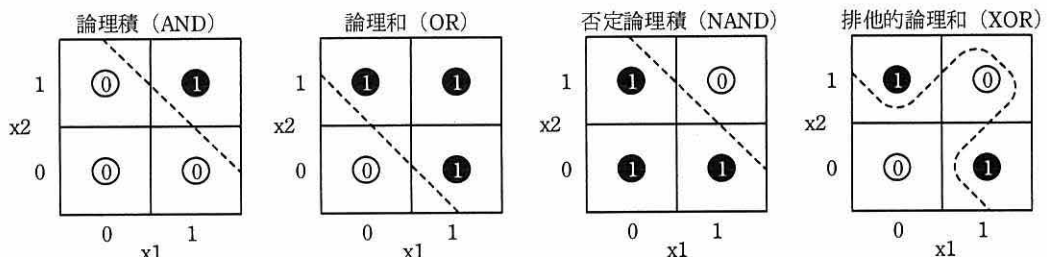


図1 線形問題と非線形問題の例

2入力の論理演算を分類器によって解いた例を図2に示す。図2の論理演算の結果（丸数字）は、論理積（AND）、論理和（OR）及び否定論理積（NAND）では1本の直線で分類できるが、排他的論理和（XOR）では1本の直線では分類できない。この性質から、前者は線形問題、後者は非線形問題と考えることができる。



注記 横軸（ x_1 ）及び縦軸（ x_2 ）は論理演算の入力値（0又は1）。
丸数字は論理演算の出力値（演算結果）。破線は出力値を分類する境界。

図2 2入力の論理演算を分類器によって解いた例

[単純パーセプトロンを用いた論理演算]

ここでは、図 2 に示した四つの論理演算の中から、排他的論理和以外の三つの論理演算を、ニューラルネットワークの一種であるパーセプトロンを用いて、分類問題として解くことを考える。図 3 に最もシンプルな単純パーセプトロンの模式図とノードの演算式を示す。ここでは、円をノード、矢印をアークと呼ぶ。ノード x_1 及びノード x_2 は論理演算の入力値、ノード y は出力値（演算結果）を表す。ノード y の出力値は、アークがもつ重み (w_1, w_2) とノード y のバイアス (b) を使って、図 3 中の演算式を用いて計算する。

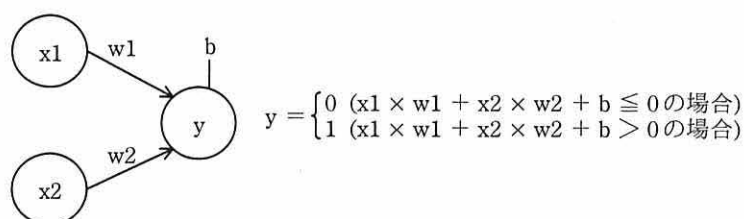


図 3 単純パーセプトロンの模式図とノードの演算式

単純パーセプトロンに適切な重みとバイアスを設定することで、論理積、論理和及び否定論理積を含む線形問題を計算する分類器を構成することができる。一般に、重みとバイアスは様々な値を取り得る。表 1 に単純パーセプトロンで各論理演算を計算するための重みとバイアスの例を示す。

例えば、表 1 の論理和の重みとバイアスを設定した単純パーセプトロンに $x_1=1$, $x_2=0$ を入力すると、図 3 の演算式から $1 \times 0.5 + 0 \times 0.5 - 0.2 = 0.3 > 0$ となり、出力値は $y=1$ となる。

表 1 単純パーセプトロンで各論理演算を計算するための重みとバイアスの例

論理演算	w_1	w_2	b
論理積	0.5	0.5	a
論理和	0.5	0.5	-0.2
否定論理積	-0.5	-0.5	0.7

[単純パーセプトロンのプログラム]

単純パーセプトロンの機能を実装するプログラム `simple_perceptron` を作成する。

プログラムで使用する定数、変数及び配列を表 2 に、プログラムを図 4 に示す。
 simple_perceptron は、論理演算の入力値の全ての組合せ X から論理演算の出力値 Y
 を計算する。ここで、関数に配列を引数として渡すときの方式は参照渡しである。ま
 た、配列の添え字は 0 から始まるものとする。

表 2 プログラム simple_perceptron で使用する定数、変数及び配列

名称	種類	説明
NI	定数	入力ノードの数を表す定数。 表 1 の論理演算では、2 入力なので、2 となる。
NC	定数	論理演算の入力値の全ての組合せの数を表す定数。 表 1 の論理演算では、4 となる。
X	配列	論理演算の入力値の全ての組合せを表す 2 次元配列。 表 1 の論理演算では、[[0,0], [0,1], [1,0], [1,1]]が設定されている。
Y	配列	論理演算の出力値（演算結果）を格納する 1 次元配列。 表 1 の論理和では、入力値 X に対応して[0, 1, 1, 1]となる。
WY	配列	ノード y のアークがもつ重みの値を表す 1 次元配列。 表 1 の論理和では、[0.5, 0.5]を与える。
BY	変数	ノード y のバイアスの値 (b) を表す変数。 表 1 の論理和では、-0.2 を与える。

```
function simple_perceptron(X, Y)
  for( out を 0 から NC-1 まで 1 ずつ増やす )
    ytemp ← ア
    for( in を 0 から NI-1 まで 1 ずつ増やす )
      ytemp ← ytemp + イ × ウ
    endfor
    if( ytemp が エ )
      Y[out] ← 1
    else
      Y[out] ← 0
    endif
  endfor
endfunction
```

図 4 単純パーセプトロンのプログラム

[3 層パーセプトロンを用いた論理演算]

パーセプトロンの層を増やすと、単純パーセプトロンでは解くことのできない非線
 形問題を解くことができるようになる。例えば排他的論理和を計算する分類器は、3

層パーセプトロンを用いて構成することができる。

3 層パーセプトロンの模式図とノードの演算式を図 5 に、排他的論理和を計算するための重みとバイアスの例を表 3 に示す。ノード m1 及びノード m2 を中間ノードと呼ぶ。

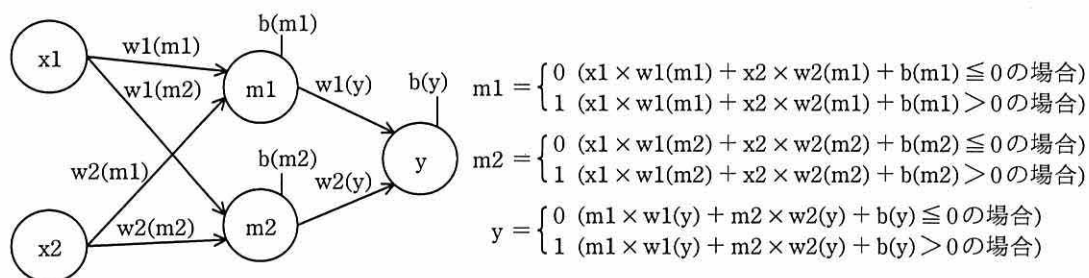


図 5 3 層パーセプトロンの模式図とノードの演算式

表 3 3 層パーセプトロンで排他的論理和を計算するための重みとバイアスの例

ノード	w1	w2	b
m1	0.5	0.5	-0.2
m2	-0.5	-0.5	0.7
y	0.5	0.5	-0.6

[3 層パーセプトロンのプログラム]

3 層パーセプトロンの機能を実装するプログラム `three_layer_perceptron` を作成する。表 2 に示したものに加えて、このプログラムで使用する定数及び配列を表 4 に、プログラムを図 6 に示す。`three_layer_perceptron` は、論理演算の入力値の全ての組合せ X から論理演算の出力値 Y を計算する。

表 4 プログラム `three_layer_perceptron` で使用する定数及び配列

名称	種類	説明
NM	定数	中間ノードの数を表す定数。 図 5 では、中間ノードが m1 及び m2 の二つなので、2 となる。
M	配列	中間ノードの演算結果を格納する 2 次元配列。
WM	配列	中間ノードのアーキがもつ重みの値を表す 2 次元配列。 表 3 の排他的論理和では、[[0.5, 0.5], [-0.5, -0.5]] を与える。
BM	配列	中間ノードのバイアスの値(b)を入れる 1 次元配列。 表 3 の排他的論理和では、[-0.2, 0.7] を与える。

```

function three_layer_perceptron(X, Y)
  for( out を 0 から NC-1 まで 1 ずつ増やす )
    ytemp ← 
    for( mid を 0 から NM-1 まで 1 ずつ増やす )
      mtemp ← BM[mid]
      for( in を 0 から NI-1 まで 1 ずつ増やす )
        mtemp ← mtemp +  × 
      endfor
      if( mtemp が  )
        M[out][mid] ← 1
      else
        M[out][mid] ← 0
      endif
      ytemp ← ytemp +  × 
    endfor
    if( ytemp が  )
      Y[out] ← 1
    else
      Y[out] ← 0
    endif
  endfor
endfunction

```

図 6 3 層パーセプトロンのプログラム

設問 1 表 1 中の に入れる適切な数値を解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

ア -0.7 イ -0.2 ウ 0.2 エ 0.7

設問 2 表 3 の値を用いた場合に、図 5 で入力値 $x_1=1$, $x_2=0$ に対する中間ノード m_2 の出力値を答えよ。

設問 3 図 4 及び図 6 中の ～ に入れる適切な字句を答えよ。

設問 4 2 入力の同値 (EQ) と否定論理和 (NOR) のうち、単純パーセプトロンで解くことができるのはどちらか。論理演算の名称を答え、解くことができる理由を 20 字以内で述べよ。

なお、同値とは、二つの入力値が等しい場合に 1、等しくない場合に 0 となる論理演算である。

[メ モ 用 紙]

問4 ホームセキュリティシステムの実証実験に関する次の記述を読んで、設問 1～3 に答えよ。

C 社は、関東地区に事業を展開する住宅メーカーである。C 社の住宅は、最新の住宅機器を採用していることが人気を呼び、販売数を伸ばしている。C 社は、近年増大している顧客のセキュリティニーズに応えるために、ホームセキュリティシステム（以下、新システムという）の商品化を検討することにした。この商品化の検討は、C 社商品企画部の E 君が担当することになった。

〔新システムの要件〕

E 君は、住宅展示場の来場者向けアンケートによって、住居におけるセキュリティニーズの収集を行った。このアンケート結果から、新システムの要件を次のように定義した。

- ・ 玄関上部の側壁に監視カメラを設置し、玄関付近及び敷地内を監視する。
- ・ 監視カメラで撮影した動画データは、後で確認できるように 7 日間保持する。
- ・ 敷地内に人が侵入した場合には、居住者のスマートフォンに通知する。

〔実証実験場所の確認〕

E 君は、新システムの商品化に向けて、新システムの実証実験を D 地区にある住宅展示場で行うことにし、住宅展示場内に設置する監視カメラの設置現場を調査した。図 1 に、監視カメラの設置予定場所から撮影した画像サンプルを示す。

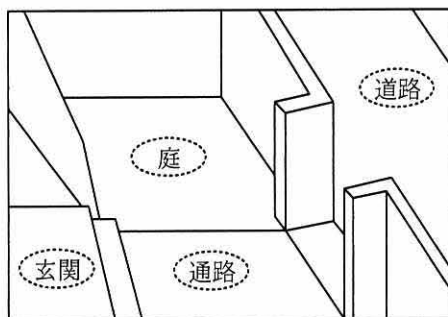


図 1 監視カメラの画像サンプル

E 君は、実証実験で、図 1 と同じ画像を撮影できるように監視カメラを設置し、道

路を除く玄関，庭，通路で動く物体（以下，動体という）を検知したら通知することにした。通知に当たって，実証実験では，スマートフォン向けアプリケーションソフトウェアの開発は行わず，C社メールサーバが管理する展示場スタッフの電子メール（以下，メールという）アドレス宛てにメールを送信することにした。

〔新システムの実現方法の検討〕

E君は，新システムには，撮影した動画データを保存する記録機能と動体を検知してメールを送信する動体検知機能が必要であると考えた。また，この二つの機能の設置場所の候補として，監視カメラ，監視サーバ，インターネット上のクラウドサービスの三つを挙げ，表1に示す三つの新システムの方式案を検討した。

表1 E君が検討した新システムの方式案

方式 番号	構成図	機能の設置場所	
		動体検知	記録
方式1		クラウドサービス	クラウドサービス
方式2		監視サーバ	監視サーバ
方式3		監視サーバ	監視カメラ

〔動画データのサイズ確認〕

E君は，監視カメラが撮影した動画データのサイズを確認するために，利用予定の監視カメラを調査した。監視カメラの調査結果（抜粋）を表2に示す。

表 2 利用予定の監視カメラの調査結果（抜粋）

項目	説明
カメラ性能	・ 解像度：1280×720 ・ フレームレート：30 フレーム／秒 ・ 1 ピクセルの表現に必要なビット数：24 ビット
マイク性能	※マイクなし
動画データの圧縮符号化方式	a
インタフェース	・ IEEE 802.3ab（1000BASE-T） ・ IEEE 802.11ac
動画記録メディア	・ メモリカード（最大 128G バイトまで）

この監視カメラで撮影した動画データを監視カメラ以外の機器へ伝送する場合、動画データを圧縮することで、狭いネットワーク帯域でも伝送できる。動画データの圧縮符号化方式の一つである a では、フレーム間の差分を効率よく圧縮する方法などを用いて、高い圧縮率を実現している。

E 君は、①新システムが撮影する動画の特徴から、動画データの圧縮率は高くなると予想し、無圧縮時と比較して 1%に圧縮できると想定した。この結果、必要なネットワーク帯域は b M ビット／秒となり、7 日分の圧縮された動画データは c G バイトとなる。

〔クラウドサービスと監視サーバの調査〕

E 君は、クラウドサービスと監視サーバの調査を行った。E 君が調査したクラウドサービスと監視サーバの調査結果（抜粋）を表 3 に示す。

表 3 クラウドサービスと監視サーバの調査結果（抜粋）

比較項目	説明	クラウドサービス	監視サーバ
動体検知の速度	監視カメラが撮影した動画から動体を検知する速度	遅い	速い
検知画像範囲の設定機能	動体検知を行う画像範囲を設定する機能 例：画像の右上部分は動体検知しない。	なし	あり
検知時間帯の設定機能	動体検知を行う時間帯を設定する機能 例：7:00～18:00 は検知する。	あり	あり
検知精度の設定機能	動体を検知する精度を設定する機能	なし	あり
動画記録容量	動画データを記録するストレージの容量	800G バイト	600G バイト

E 君は、表 2 と表 3 の調査結果から、②新システムの実現方式を選定し、新システムの構築とテストを行った。

〔実証実験で検出された不具合〕

住宅展示場で新システムの実証実験が開始され、1 か月が経ったとき、展示場スタッフの F さんから“自分だけメールが受信できなくなった。”と連絡があった。E 君が新システムのログを確認したところ、③“容量不足によってメールが受信できない”というメールが C 社メールサーバから新システム宛てに返信されていた。

その後 E 君は、メールの問題の原因を突き止めた後、実証実験を完了させ、商品化に向けた次のステップに進んだ。

設問 1 「動画データのサイズ確認」について、(1)～(4)に答えよ。

- (1) 表 2 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 AAC イ H.264 ウ WMA エ ZIP

- (2) 本文中の下線①について、新システムが撮影する動画の特徴とは何か。15 字以内で述べよ。
- (3) 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、動画データの伝送に伴うオーバーヘッドは無視できるものとし、1M ビットは 10^6 ビットとする。
- (4) 本文中の c に入れる適切な数値を設問 1(3)の結果を利用して計算し、答えよ。答えは小数第 1 位を四捨五入して、整数で求めよ。ここで、1G バイトは 10^9 バイトとする。

設問 2 本文中の下線②について、(1)、(2)に答えよ。

- (1) E 君が選定した方式は、どの方式か。表 1 中の方式番号で答えよ。
- (2) (1)で選定しなかった方式について、方式番号とその方式を選定しなかった理由を、それぞれ 30 字以内で述べよ。

設問 3 本文中の下線③について、何の容量が不足したか、表 1 中の字句を用いて 30 字以内で述べよ。

問5 HTTP/2に関する次の記述を読んで、設問1～4に答えよ。

E社は、地域密着型の写真店であり、小学校の運動会や遠足などの行事にカメラマンを派遣し、子供の写真を撮影して販売している。今までは、写真を販売するために、小学校の廊下などに写真のサンプルを掲示し、保護者に購入する写真を選んでもらっていた。しかし、保護者から“インターネットで写真を選びたい”、“写真の電子データを購入したい”との要望が多く寄せられるようになり、インターネット販売用のシステム（以下、新システムという）を開発することにした。新システムの開発は、SIベンダのF社が担当することになった。

新システムの開発は、要件定義、設計、実装と順調に進み、テスト工程における性能テストをF社のG君が担当することになった。

〔新システムの性能要件〕

G君は新システムの性能テストを行うに当たり、要件定義書に記載の性能要件を確認した。図1に新システムの性能要件（抜粋）を示す。

＜平常時の業務処理量＞
・同時アクセス数：40 ユーザ
＜ピーク時の業務処理量＞
・同時アクセス数：平常時の3.0 倍
＜性能目標値＞
・レスポンスタイム：2.0 秒以内

図1 新システムの性能要件（抜粋）

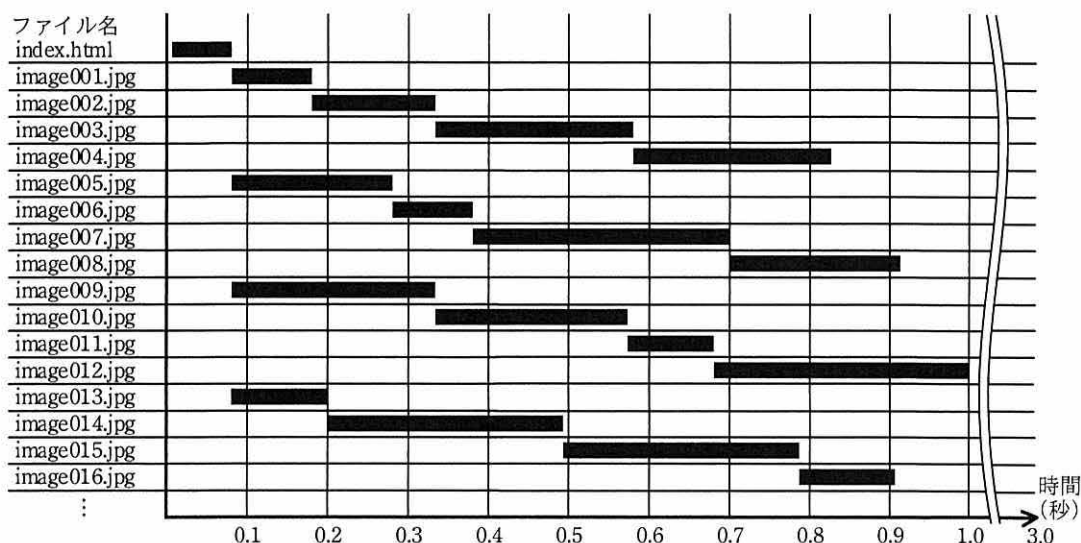
〔性能テストの結果〕

G君は、多数のWebブラウザ（以下、ブラウザという）からのアクセスをシミュレートする負荷テストツールを用いて、開発した新システムの性能テストを行った。

性能テストの結果、同時アクセス数が、32 ユーザを超えるとアクセスエラーが発生した。ただし、エラー発生時のサーバのCPU、メモリ、ネットワーク回線の使用率は全て10%以下、ディスクのI/O 負荷率は20%以下であった。また、レスポンスタイムは、写真を一覧表示するページ（以下、一覧ページという）の表示が最も長く3.0 秒だったが、一枚の写真を拡大表示するページなどの他のページの表示は1.0 秒であった。

〔同時アクセス数改善に向けた調査〕

G 君は、同時アクセス数の要件を満たせない原因を確認するために、ブラウザの開発者用ツールを用いて、ブラウザが一覧ページの表示に必要なファイルをどのように受信しているか調査した。G 君が調査したファイルの受信状況（抜粋）を図 2 に示す。なお、ブラウザとサーバは HTTP/1.1 over TLS（HTTPS）で通信していた。



注記 図中の黒帯はファイルを受信している間を示す。

図 2 ファイルの受信状況（抜粋）

次に、G 君がサーバのログを調査したところ、TCP コネクションを確立できないという内容のログが多く残っていた。この結果から G 君は、TCP/IP でサーバとブラウザが通信を行うために必要なサーバの a が枯渇し、新たな TCP コネクションを確立できなくなったと考えた。また、サーバの a の最大数は 128 に設定されていた。

この二つの調査結果から、①ブラウザが採用する複数のファイルを並行して受信するための手法によって、同時アクセス数が制限されてしまっていることが分かった。

〔レスポンスタイム改善に向けた調査〕

G 君は、一つの TCP コネクション内における、ブラウザとサーバの間の通信を調査した。HTTP/1.1 over TLS を用いてブラウザとサーバが通信するとき、ブラウザからサーバの b 番ポートに対して c を送信し、サーバから

d を返信する、最後にブラウザから e を送信することで TCP コネクションが確立する。その後 TLS ハンドシェイクを行い、ブラウザは HTML ファイルや画像ファイルなどをサーバへ要求し、サーバは要求に応じてブラウザへファイルを送信している（図 3）。また、G 君が利用したブラウザでは、HTTP パイプライン機能はオフになっていた。

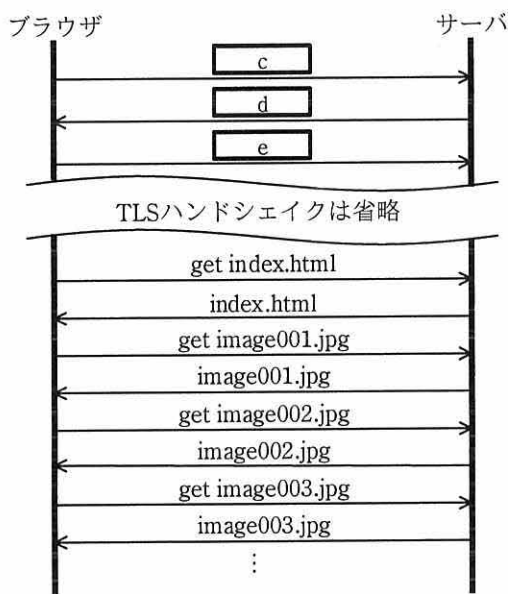


図 3 G 君が調査したブラウザとサーバ間の通信（抜粋）

G 君は、この結果から、②TCP コネクション内での画像ファイルの取得に掛かる時間が長くなり、多くの画像データを含む一覧ページではレスポンスタイムが長くなると考えた。

[HTTP/2 を用いた新システムの開発]

G 君が調査結果を上司の H 課長に報告したところ“HTTP/2 の利用を検討すること”とのアドバイスを得た。HTTP/2 では、③一つの TCP コネクションを用いて、複数のファイルを並行して受信するストリームという仕組みなど、多くの新しい仕組みが追加されていることが分かった。

そこで、G 君は新システムの Web サーバに HTTP/2 の設定を行い、再度性能テストを実施した。その結果、新システムが図 1 の性能要件を満たしていることが確認

できた。

その後、新システムの開発は完了し、E 社は写真のインターネット販売を開始した。

設問 1 [同時アクセス数改善に向けた調査] について、(1), (2)に答えよ。

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

解答群

ア IP アドレス イ ソケット ウ プロセス エ ポート

- (2) 本文中の下線①について、図 2 の調査で分かった、複数のファイルを並行して受信するための手法とは、どのような手法か。25 字以内で述べよ。

設問 2 本文及び図 3 中の b ～ e 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 25	イ 110	ウ 443
エ ACK	オ ACK/FIN	カ FIN
キ SYN	ク SYN/ACK	ケ TCP

設問 3 本文中の下線②について、TCP コネクション内での画像ファイルの取得に時間が掛かる要因は何か。解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

- ア 画像ファイルの取得ごとに TCP コネクションを確立している。
- イ 画像ファイルを圧縮せずに取得している。
- ウ 画像ファイルを一つずつ順番にサーバに要求し取得している。
- エ 複数の画像ファイルをまとめて取得している。

設問 4 本文中の下線③について、(1), (2)に答えよ。

- (1) 複数のファイルを並行して受信可能となることで、ブラウザのどのような待ち時間がなくなるか。20 字以内で答えよ。
- (2) HTTP/2 の採用によって、新システムが許容できる最大の同時アクセス数は幾つになるか答えよ。ここで、新システムにアクセスする全てのブラウザが HTTP/2 を利用し、一つの TCP コネクションを用いてアクセスするものとする。

問6 健康応援システムの構築に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

W社は、ソフトウェアパッケージの開発を行う企業である。デスクワークが多いことから、従業員が生活習慣病に陥る比率が高く問題となっていた。そこでW社の人事部では、従業員の健康増進のために、通信機能をもつ体重計と、歩数や睡眠時間を記録するリストバンド型活動量計（以下、リストバンドという）を配布し、そのデータを活用する健康応援システム（以下、本システムという）を構築することになった。

〔本システムのシステム構成〕

本システムは、次の二つのサブシステムから構成される。

・健康応援データサービス

本システムのデータを管理するプログラム。各データを登録・更新・削除するためのインタフェースと定期的にデータを集計する機能をもつ。

・健康応援スマホアプリ

スマートフォン用のアプリケーションプログラム。体重計やリストバンドとデータ通信を行い、健康応援データサービスとデータ連携させる機能をもつ。

〔本システムの機能概要〕

本システムでは、従業員の日々の体重や歩数、睡眠時間などを記録して、その推移を可視化する。さらに、従業員間で記録を競わせるイベントを開催することで、従業員の積極的な利用を狙う。その機能概要は次のとおりである。

・手動データ登録機能

電子メールアドレスや身長をスマートフォンの画面から登録する。

・データ連携機能

体重計やリストバンドから取得したデータを登録する。

・データ公開機能

身長や体重などのそれぞれの情報について、自分以外の従業員にも閲覧を許可する場合、公開情報として設定する。

・月次レポート作成機能

毎月、従業員ごとの BMI（肥満度を表す体格指数）と肥満度判定、月間総歩数、平均睡眠時間を集計する。

・歩数対抗戦イベント

部署ごとの従業員一人当たり平均の月間総歩数を競う。

検討した健康応援データサービスで用いるデータベースの E-R 図を図 1 に示す。

こ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。

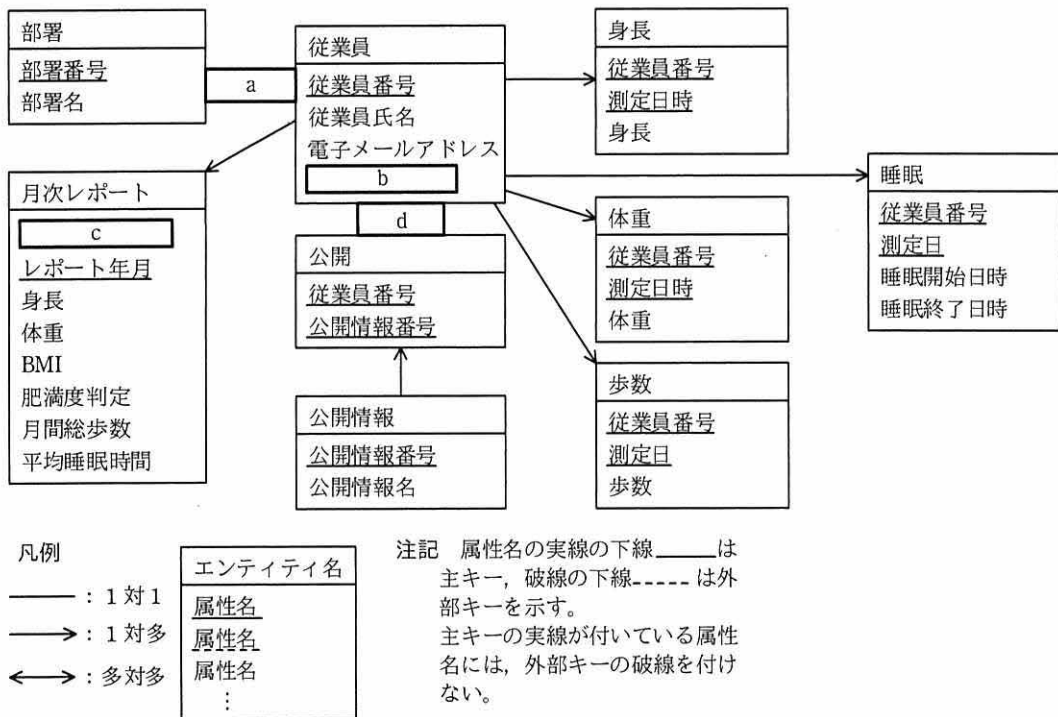


図 1 E-R 図

〔月次レポート作成機能の実装〕

月次レポートを作成する処理手順を次に示す。

- (1) 月次レポート表に従業員番号と集計する対象年月だけがセットされたレコードを挿入する。

(2) (1)で挿入したレコードについて、次の処理を行う。

- ① 身長と体重を、最新の測定値で更新する。
- ② BMI を算出して更新する。
- ③ BMI から肥満度を判定してその結果を更新する。
- ④ 対象年月の月間総歩数を集計して更新する。
- ⑤ 対象年月の睡眠時間を集計して 1 日当たりの平均睡眠時間を求め、その値で更新する。

処理手順(1)及び(2)④で用いる SQL 文を、図 2 及び図 3 にそれぞれ示す。ここで、“:レポート年月” は、集計する対象年月を格納する埋込み変数である。

なお、関数 COALESCE(A, B)は、A が NULL でないときは A を、A が NULL のときは B を返す。関数 TOYM は、年月日を年月に変換する関数である。

```
INSERT INTO 月次レポート (従業員番号, レポート年月)
```

```
    e
```

```
FROM 従業員
```

図 2 処理手順(1)で用いる SQL 文

```
UPDATE 月次レポート
```

```
SET 月間総歩数 =
```

```
    (SELECT COALESCE( f , 0)
```

```
    FROM 歩数
```

```
    WHERE g
```

```
        AND TOYM(歩数.測定日) = :レポート年月 )
```

```
WHERE レポート年月 = :レポート年月
```

図 3 処理手順(2)④で用いる SQL 文

〔データ連携機能の不具合〕

リストバンドに記録された睡眠データを用いてデータ連携機能のテストを行ったところ、睡眠データの登録処理でエラーが発生した。その際に用いたデータを図 4 に示す。

なお、この睡眠データは CSV 形式で、先頭行はヘッダである。

"従業員番号", "測定日", "睡眠開始日時", "睡眠終了日時"

EMP00001, 2019-10-02, 2019-10-02 22:30:00, 2019-10-03 06:30:00

EMP00001, 2019-10-03, 2019-10-03 23:15:00, 2019-10-04 03:45:00

EMP00001, 2019-10-04, 2019-10-04 04:30:00, 2019-10-04 07:00:00

EMP00001, 2019-10-04, 2019-10-04 23:45:00, 2019-10-05 06:45:00

EMP00001, 2019-10-05, 2019-10-05 23:30:00,

EMP00001, 2019-10-06, 2019-10-06 22:30:00, 2019-10-07 05:45:00

図 4 睡眠データの登録処理で用いたデータ

まず、睡眠データの登録処理を確認したところ、その処理では、睡眠データの各行を順次取り出して、ヘッダと同名の睡眠表の各列に値をセットし、1 行ずつ睡眠表に挿入していた。

次に、睡眠データを調査したところ、二つの想定外のパターンが判明した。

一つ目は、今回のエラーの原因ではなかったが、就寝中にリストバンドが外れてしまい睡眠終了日時が取得できないパターンで、このパターンに対応するために月次レポート作成機能を修正した。

二つ目が①今回のエラーを引き起こしたパターンで、このエラーを回避して全ての睡眠データを登録するために、②ある表に列の追加以外の変更を加え、月次レポート作成機能を修正することで、今回のエラーを解消することができた。

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、E-R 図を完成させよ。

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 〔月次レポート作成機能の実装〕について、(1), (2)に答えよ。

(1) 図 2 中の に入れる適切な字句又は式を答えよ。

(2) 図 3 中の , に入れる適切な字句又は式を答えよ。

設問 3 〔データ連携機能の不具合〕について、(1), (2)に答えよ。

(1) 本文中の下線①のパターンとは、どのような睡眠データのパターンか。30 字以内で述べよ。

(2) 本文中の下線②にある変更を加えた表の表名と、変更内容を答えよ。

なお、変更内容は、30 字以内で述べよ。

問7 学習機能付き赤外線リモートコントローラの設計に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

G社は、赤外線リモートコントローラ（以下、赤外線リモコンという）を製造している会社である。今回、複数の異なる機器を1台で操作できる統合型の赤外線リモコン（以下、統合リモコンという）を開発することになった。

統合リモコンには、各種のボタンがあり、このボタンを押して機器を操作する。統合リモコンには、主要メーカーの赤外線リモコン及び操作対象の機器の情報があらかじめ登録されており、登録された機器を選択すると、その機器の赤外線リモコンとして使用できる。一方、登録されていない機器については、その機器の赤外線リモコンの信号を解析してボタンごとに登録することによって、その機器の赤外線リモコンとして使用できる。この解析機能・登録機能を学習機能という。

〔赤外線リモコンの信号〕

赤外線リモコンを使用する環境には、蛍光灯、LED照明などからの人工光と、太陽などからの自然光があり、これらの光を外部光という。外部光には、赤外光が含まれていることがある。

赤外線リモコンは、38～40 kHz で点滅を繰り返す赤外光を使用する。赤外線リモコンの信号には、連続して点滅を繰り返す状態（以下、ON 状態という）と、消灯している状態（以下、OFF 状態という）がある。

ON 状態と OFF 状態それぞれの長さの組合せには、ボタンごとに固有のパターンがある。最初の ON 状態から最後の ON 状態までの各状態の長さの組合せを制御パターンという。制御パターンは最大 60 ミリ秒で完了する。一つの制御パターンの中で、ON 状態及び OFF 状態の最短時間はそれぞれ 350 マイクロ秒である。

赤外線リモコンの信号の例を図1に示す。

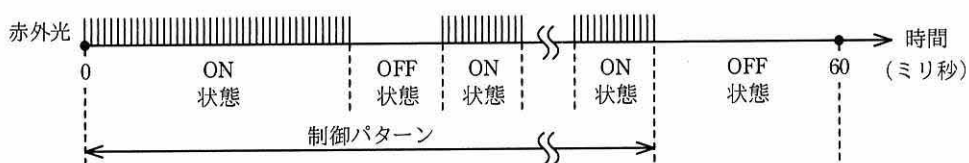


図1 赤外線リモコンの信号の例

赤外線リモコンによって操作される機器は、制御パターンを読み取り、その制御パターンに対応した処理を行う。

〔統合リモコンの学習機能における操作〕

学習機能によって一つのボタンを学習させるときの操作は、次のとおりである。

- (1) 利用者は、統合リモコンの“特定のボタン”を2秒以上押し続ける。
- (2) 利用者は、学習対象の赤外線リモコン（以下、学習対象リモコンという）を操作して、統合リモコンに赤外光を送る。統合リモコンは、解析機能によって赤外光から抽出した制御パターンを登録する。

〔解析機能で使用するハードウェア〕

解析機能では、制御部、赤外線センサ、タイマ及びカウンタを使用する。解析機能で使用するハードウェアの構成を図2に示す。

- ・ 赤外線センサは、赤外光から 38～40 kHz の信号を取り出し、ON 状態から OFF 状態、又は OFF 状態から ON 状態に遷移したことを制御部に通知する。
- ・ タイマは設定した時間になると、制御部に通知する。
- ・ カウンタは 16 ビットで 1 マイクロ秒ごとにカウント値が 1 加算され、カウント値が 65,535 に達すると、次のカウントで 0 に戻る。統合リモコンの解析機能が動作している間は、常にカウントしている。

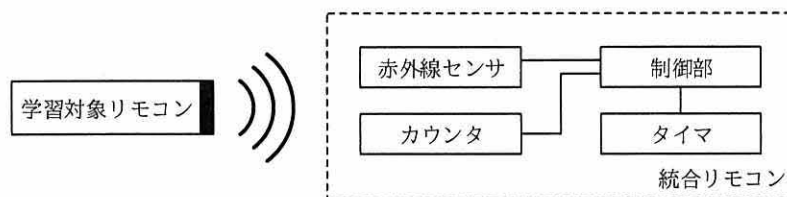


図2 解析機能で使用するハードウェアの構成

〔制御パターン抽出プログラム〕

制御パターン抽出プログラムは、学習対象リモコンの赤外光を解析して制御パターンを抽出するプログラムで、ON 状態の長さ及び OFF 状態の長さを、添字が 0 から始まる配列 T[] に格納する。配列 T[] に格納された要素の個数を変数 N に格納する。

配列 $T[]$ 及び変数 N は 32 ビットの符号付き整数型である。

制御パターン抽出プログラムは、イベントを待ち、イベントを受けると、そのイベントに応じた処理を行う。イベントには、OFF 状態に遷移したときに赤外線センサから通知される OFF イベント、ON 状態に遷移したときに赤外線センサから通知される ON イベント、及びタイマから通知されるタイマイイベントがある。これらのイベントは、FIFO 動作するキューに格納される。

ON イベント及び OFF イベントは、同じイベントが連続して通知されることはない。

制御パターン抽出プログラムは、次のように処理する。

- ・制御パターンの抽出に成功したときは変数 rst に True を、失敗したときは変数 rst に False を設定する。
 - ・学習対象リモコンの赤外光が一定時間検出されないときは、変数 rst に False を設定する。
 - ・最初に通知されたイベントが OFF イベントのときは、変数 rst に False を設定する。
 - ・最初に通知された ON イベントから一定時間が経過すると、プログラムを終了する。このとき、最後に赤外線センサから通知されたイベントが ON イベントの場合は、変数 rst に False を設定する。
 - ・制御パターンの抽出が成功し、 k を 0 から始まる整数としたとき、 $T[2 \times k]$ には、a 状態の長さが、 $T[2 \times k + 1]$ には、b 状態の長さが格納される。
- 制御パターン抽出プログラムは、表 1 に示す関数を使用する。

表 1 使用する関数の仕様

関数	機能など
startSensor()	赤外線センサを有効にする。以降、赤外線センサは、ON イベント又は OFF イベントを通知する。
stopSensor()	赤外線センサを無効にし、タイマを止める。次に FIFO 動作するキューを空にする。以降、赤外線センサからのイベント通知は行われない。
waitEvent()	タイマイイベント、ON イベント、及び OFF イベントを待つ。通知されたイベントを戻り値として返す。
setTimer(time)	time (ミリ秒) で指定された時間後、タイマイイベントを通知するようにタイマに設定する。既に設定されているときに再度設定すると、新しい設定に置き換わる。
getCount()	カウンタのカウント値を 32 ビットの符号付き整数型の戻り値として返す。カウンタのカウント値は 16 ビットであり、上位 16 ビットは常に 0 である。

制御パターン抽出プログラムのフローを図3に示す。

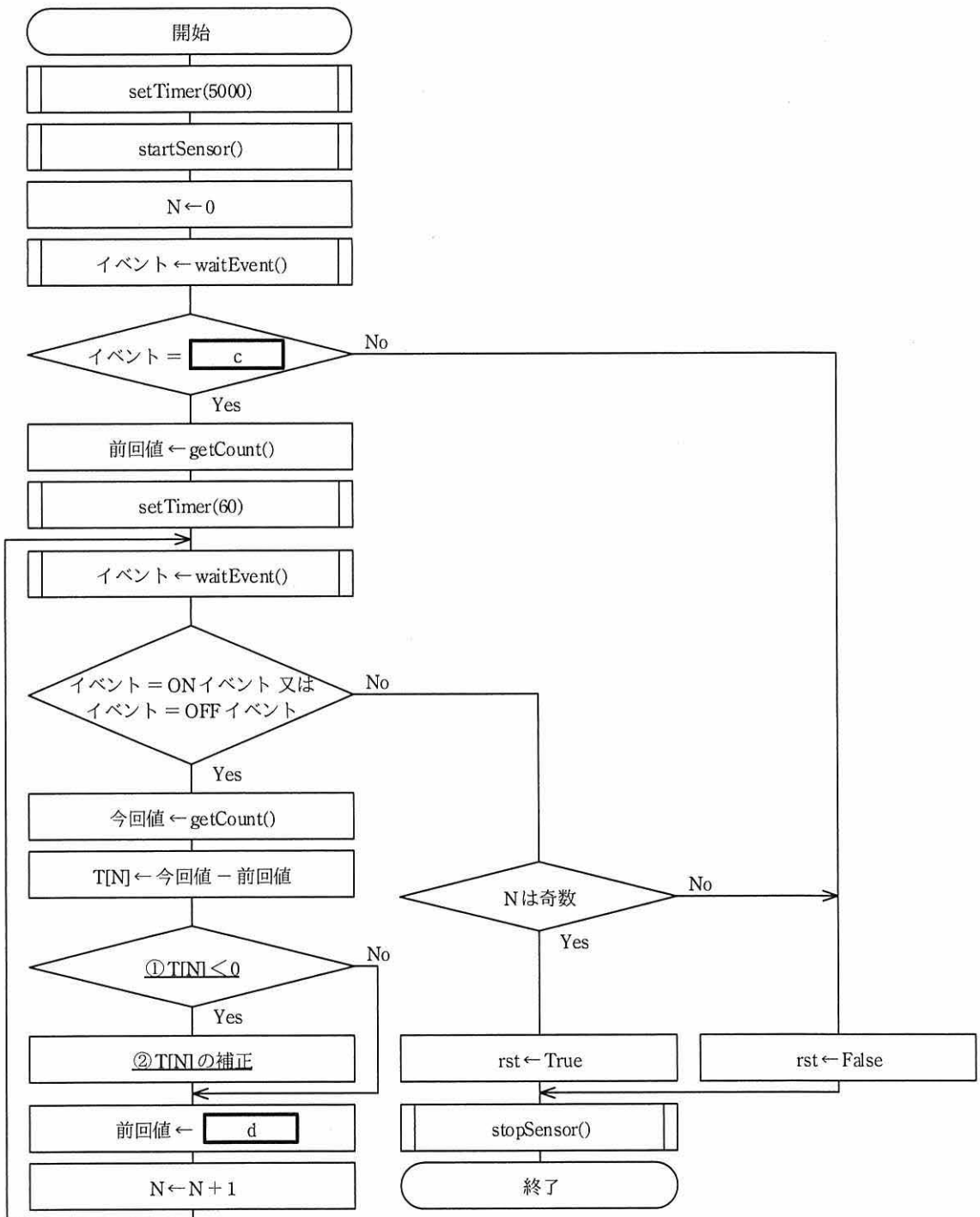


図3 制御パターン抽出プログラムのフロー

設問 1 [赤外線リモコンの信号], [解析機能で使用するハードウェア] について,

(1), (2)に答えよ。

(1) 一つの制御パターンにおいて, ON 状態の数と OFF 状態の数の合計は最大何個となるか。整数で答えよ。

(2) 自然光などの外部光を含む光を受けた赤外線センサにおいて, 38~40 kHz の信号成分を取り出すものはどれか。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 UV フィルタ

イ ハイパスフィルタ

ウ バンドパスフィルタ

エ ローパスフィルタ

設問 2 [制御パターン抽出プログラム] について, (1), (2)に答えよ。ここで, イベント待ち以外の処理時間は無視できるものとし, タイマは指定された時間に正確に機能するものとする。

(1) 学習対象リモコンで何も操作が行われないとき, 制御パターン抽出プログラムを開始してから終了するまでの時間は何秒か。整数で答えよ。

(2) 本文中の , に入れる適切な状態名を答えよ。

設問 3 図 3 の制御パターン抽出プログラムのフローについて, (1)~(3)に答えよ。

(1) 図 3 中の に入れる適切なイベント名, 及び に入れる適切な字句を答えよ。ここで, 配列 T[]の要素の個数は十分に大きいものとする。

(2) 図 3 中の下線①について, $T[N] < 0$ となるのは, どのような事象が発生したときか。20 字以内で答えよ。

(3) 図 3 中の下線②について, $T[N]$ の補正方法を, 20 字以内で答えよ。

〔メモ用紙〕

問8 道路交通信号機の状態遷移設計に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

L社は道路交通信号機（以下、信号機という）のシステム開発を行っている会社である。このたび、交差点Zの信号機制御システムを受注した。

交差点Zでは東西方向の主道路と南北方向の従道路が交差しており（図1）、主道路、従道路、及び主道路にかかる横断歩道の信号機をそれぞれ、主道路信号、従道路信号、及び歩行者信号という。従道路信号は主道路信号と連動して制御される。

歩行者信号の表示は“青”、“青点滅”、“赤”の3種類、主道路信号の表示は“青”、“黄”、“赤”、“右”の4種類である。“右”は右折だけ可能な状態であり、このときは、“赤”も同時に点灯する。

歩行者信号は、昼間は主道路信号と同期するが、夜間は常時“赤”となり、歩行者用押しボタンを押した場合（以下、ボタン押下という）だけ“青”になる。ボタン押下は各信号に通知される。ボタン押下された場合、主道路信号の“青”を短くすることで、歩行者の待ち時間を短くするよう考慮する。

L社の担当者M君は、各信号の状態遷移の仕様を表で整理した後、状態遷移図で示し、信号機の制御ソフトウェアを作成することにした。

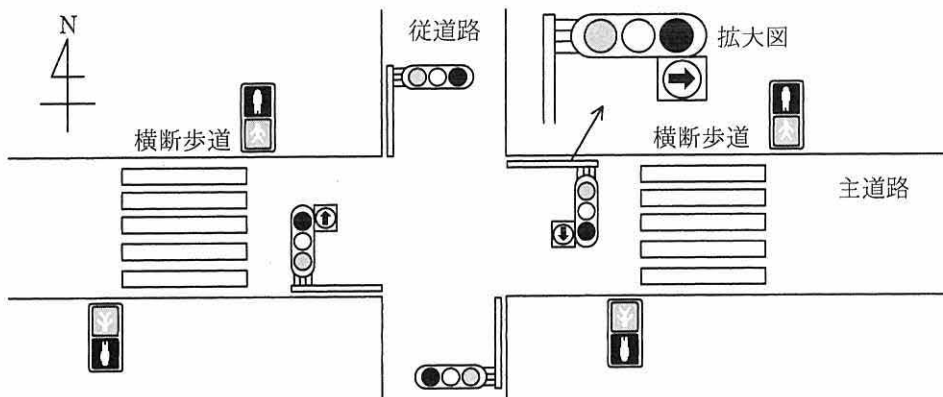


図1 交差点Zにおける道路と信号機

〔信号機の仕様と状態遷移図〕

各信号は、所定の秒数を格納したタイマを使って、状態を変化させる。タイマはセットされた直後からカウントダウンして0になった時点で終了し、次の処理手順へ

移行する。また、複数のタイマを同時に処理することができる。

M 君は各信号の状態遷移に関する仕様を表で整理した。そして、L 社内で設計レビューに臨み、そこでの指摘事項を反映させて仕様を完成させた。主道路信号（夜間）の通常時とボタン押下時の状態遷移に関する仕様を表 1 と表 2 に、歩行者信号（夜間）の状態遷移に関する仕様を表 3 に、それぞれ示す。

表 1 主道路信号の状態遷移に関する仕様（夜間 通常時）

処理 手順	遷移条件	処理前 状態	処理後 状態	処理内容
S1	—	開始	C-1	信号を赤にし、タイマ 1（15 秒）をセット。
S2	タイマ 1 終了	C-1	C-2	信号を青にし、タイマ 2（60 秒）をセット。
S3	タイマ 2 終了	C-2	C-3	信号を黄にし、タイマ 3（3 秒）をセット。
S4	タイマ 3 終了	C-3	C-4	信号を赤にし、タイマ 4（1 秒）をセット。
S5	タイマ 4 終了	C-4	C-5	信号を右にし、タイマ 5（10 秒）をセット。
S6	タイマ 5 終了	C-5	C-6	信号を黄にし、タイマ 3（3 秒）をセット。
S7	タイマ 3 終了	C-6	C-1	信号を赤にし、タイマ 1（15 秒）をセット。

表 2 主道路信号の状態遷移に関する仕様（夜間 ボタン押下時）

処理 手順	遷移条件	処理前 状態	処理後 状態	処理内容
P1	ボタン押下	C-1	B-1	何もしない。
P2	タイマ 1 終了	B-1	B-2	信号を青にし、タイマ 6（10 秒）をセット。
Q1	ボタン押下	C-2	B-2	タイマ 6（10 秒）をセット。
Q2	タイマ 2 とタイマ 6 の いずれかが終了	B-2	C-3	終了していないタイマを 0 にする。 信号を黄にし、タイマ 3（3 秒）をセット。

表 3 歩行者信号の状態遷移に関する仕様（夜間）

処理 手順	遷移条件	処理前 状態	処理後 状態	処理内容
R1	—	開始	W-1	信号を赤にする。
R2	ボタン押下	W-1	W-2	主道路信号の状態監視を開始する。
R3	主道路信号が状態 C-1 に遷移	W-2	W-3	主道路信号の状態監視を終了して、タイマ 7 （3 秒）をセット。
R4	タイマ 7 終了	W-3	W-4	信号を青にし、タイマ 8（8 秒）をセット。
R5	タイマ 8 終了	W-4	W-5	信号を青点滅にし、タイマ 9（3 秒）をセット。
R6	タイマ 9 終了	W-5	W-1	信号を赤にする。

注記 歩行者信号では W-1 以外の状態でボタン押下があっても処理は発生しない。

表 1, 表 2, 及び表 3 を基に, M 君が作成した各信号の状態遷移図を図 2, 図 3 に示す。図 2, 図 3 中の (T) は表 1~3 の遷移条件に示されたタイマの終了を示す。

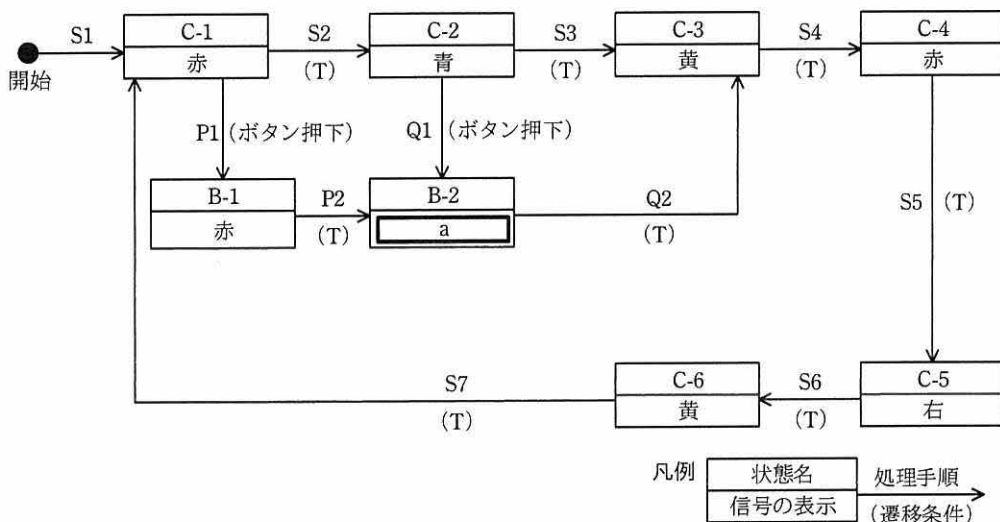


図 2 主道路信号の状態遷移図（夜間）

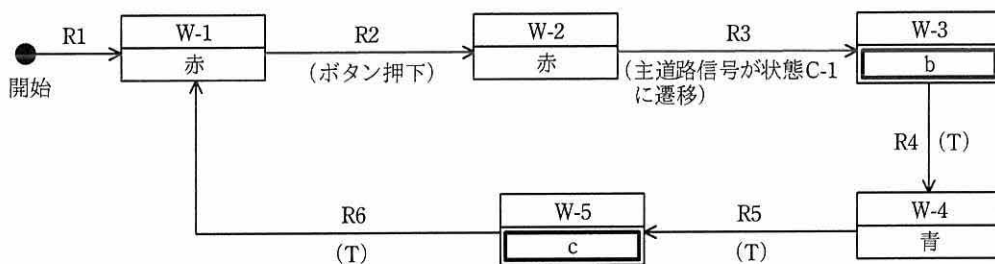


図 3 歩行者信号の状態遷移図（夜間）

図 2, 図 3 から, 主道路信号の状態が C-6 (黄) になった直後にボタン押下があったとき, 歩行者信号が最初に青になるのは d 秒後であることが確認できる。

〔設計のレビュー〕

M 君は当初, 表 3 の R3 の遷移条件を“主道路信号が赤”と記載していた。しかし, L 社内でのレビューにおいて, その遷移条件では事故につながりかねない重大な①不具合が発生するという指摘を受け, この遷移条件を“主道路信号が状態 C-1 に遷移”と修正した。また, 図 2 の処理手順 P1 (状態 C-1 から状態 B-1 に遷移) がなかった場合に②生じる現象についてレビューで説明を行った。

〔信号機の信頼性設計〕

信号機の制御システムの故障は、人命に関わる事故を引き起こすおそれがあり、M君には十分な信頼性設計を行うように指示が出た。それを受けて M 君は、信号機の信頼性設計を完成させた。その設計の中に、次の二つの仕様を含めた。

- (1) 主道路信号と従道路信号の連動機構が故障した場合、主道路信号を“黄点滅”（注意して進む）に、従道路信号を“赤点滅”（一時停止し、確認後発進）にして、どちらも“青”にはしない。
- (2) 歩行者用押しボタンが故障した場合、その機能を切り離れた縮退運転とし、夜間でも昼間と同様に歩行者信号を主道路信号に同期させる。

設問 1 〔信号機の仕様と状態遷移図〕について、(1)、(2)に答えよ。

- (1) 図 2 及び図 3 中の a ～ c に入れる適切な字句を答えよ。
- (2) 本文中の d に入れる適切な数字を答えよ。

設問 2 〔設計のレビュー〕について、(1)、(2)に答えよ。

- (1) 本文中の下線①について、どの状態において、どのような不具合につながるのか。具体的に 40 字以内で述べよ。
- (2) 本文中の下線②に関する適切な説明を解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

- ア C-1 が 60 秒で C-2 に遷移する。
- イ C-1 でボタン押下されても、主道路信号の青が短くならない。
- ウ ボタン押下されていないのに、主道路信号の青が短くなる。
- エ 短い時間に繰り返してボタン押下されると、歩行者信号がすぐに青になる。

設問 3 〔信号機の信頼性設計〕について、本文中の(1)と(2)の信頼性設計の対応策を表す最も適切な字句を、それぞれ解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

- | | |
|--------------|---------------|
| ア フールプルーフ | イ フェールセーフ |
| ウ フェールソフト | エ フォールトアボイダンス |
| オ フォールトトレランス | |

問9 複数拠点での開発プロジェクトに関する次の記述を読んで、設問1、2に答えよ。

SI企業のS社は、住宅設備機器の販売を行うN社から、N社で現在稼働中の販売管理システム（以下、現行システムという）の機能を拡張する開発案件を受注した。現行システムは、S社の第一事業部が数年前に開発したものである。

今回の機能拡張では、新たにモバイル端末を利用可能にするとともに、需要予測、及び仕入管理における自動発注機能を追加開発する。自動発注機能は、現行システムの発注処理の考え方に基づき開発する必要がある。

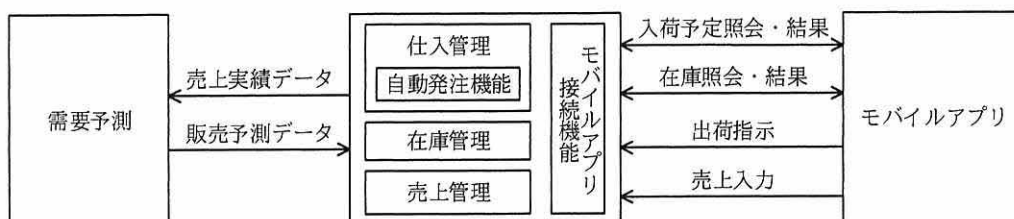
東京に拠点がある第一事業部には、現行システムを開発した部門と、モバイル端末で稼働するアプリケーションソフトウェア（以下、モバイルアプリという）の開発に多数の実績をもつ部門がある。一方、大阪に拠点がある第二事業部には、需要予測などに関する数理工学の技術をもつ部門がある。

この開発案件に対応するプロジェクト（以下、本プロジェクトという）には、S社の各部門が保有する技術を統合した開発体制が必要なので、事業部横断のプロジェクトチームを編成することが決定した。プロジェクトマネージャには、第一事業部のT主任が任命された。

なお、本プロジェクトは1月に開始し、9月のシステム稼働開始が求められている。

〔開発対象システムと開発体制案〕

本プロジェクトの開発対象システムを図1に示す。本プロジェクトでは、在庫管理と売上管理の改修はない。



注記1 需要予測は、売上実績データを基に販売予測データを作成する。

注記2 自動発注機能は、販売予測データと在庫データを基に適正在庫を維持するための自動発注を行う。

注記3 モバイルアプリ接続機能は、モバイルアプリからの各要求に応答する。

注記4 モバイルアプリは、モバイルアプリ接続機能を介して、入荷予定照会と結果の取得、在庫照会と結果の取得、出荷指示、売上入力を行う。

図1 本プロジェクトの開発対象システム

T 主任は、本プロジェクトの開発体制を、全て S 社の社員で構成される二つの開発チームで編成する方針とした。モバイルアプリの開発、モバイルアプリ接続機能の開発及び自動発注機能を組み込むための仕入管理の機能拡張を、第一事業部の東京チームが担当する。また、需要予測と自動発注機能を、第二事業部の大阪チームが開発する。

T 主任の方針を受けて、各事業部は、本プロジェクトに割当て可能な開発要員案を提示した。T 主任は、提示された案でプロジェクトの遂行に支障がないかを検証するために、各要員の開発経験などを確認するためのヒアリングを行った。提示された開発要員案と T 主任が行ったヒアリングの結果は、表 1 のとおりである。

表 1 開発要員案とヒアリングの結果

開発チーム	開発対象	開発要員案	ヒアリングの結果
東京	モバイルアプリ (新規開発)	モバイルアプリの開発経験がある入社 2～5 年ほどの若手社員複数名	・ 現行システムの開発に関わった要員はいない。 ・ 過去の開発案件では、顧客との仕様や設計内容の検討結果が担当者のメモ書きだけで残され、開発文書の更新から漏れることがあった。
	モバイルアプリ 接続機能 (新規開発) 仕入管理 (既存機能拡張)	現行システムを開発したベテラン社員複数名	・ 現行システムの開発経験者を、余裕をもたせて割り当てている。 ・ 文書管理では、文書名称、格納方法、版管理の規則を定め、その実施を徹底している。
大阪	需要予測 (新規開発)	数理工学のスキルをもつ中堅社員複数名	・ 現行システムの開発に関わった要員はいない。 ・ 本プロジェクトの開始前に顧客の需要データを分析している。
	自動発注機能 (新規開発)	自動発注機能の開発経験者であるベテラン社員複数名	・ 現行システムの開発に関わった要員はいない。 ・ 流通業務のノウハウの蓄積がある。

〔プロジェクトマネジメントの方針〕

T 主任は、開発要員案でプロジェクトの遂行に支障があれば、事業部間で必要な要員の異動を行う考えであった。

T 主任は、ヒアリングの結果を踏まえて、①不足するスキルを補うため、本プロジェクトの開発要員案の範囲内で、最小限の要員異動をして適切な開発チームを編成することにした。その上で、両開発チームが作成する成果物に対する品質保証の活動を徹底することにした。そこで、T 主任は、次のプロジェクトマネジメントの方針を策定した。

- ・両拠点からアクセス可能なファイルサーバを導入し、成果物を格納する。
- ・各開発作業の成果物の a が明確になるように、成果物のサンプルを提示し、記述の詳細度、レビュー実施要領などについて、プロジェクト全体で認識を合わせる。
- ・モバイルアプリ開発ではプロトタイピングで、ソフトウェア要件を早期に確定する。ソフトウェア方式設計で作成した設計書に要件が反映されていることを確認するために、ソフトウェア詳細設計では、ソフトウェア結合のテスト設計に利用する b を作成する。
- ・両開発チームでソフトウェア要件定義の作業の進め方が異なるので、N社とのやりとりでは、ソフトウェア開発とその取引の明確化を可能とする c の用語を用い、開発作業の解釈について誤解が生じないようにする。

T 主任は、このプロジェクトマネジメントの方針を上司に説明した。その際、上司から、“複数拠点での開発であることを考慮し、拠点間でコミュニケーションエラーが発生するリスクへの対応を追加すること。”との指示を受けた。T 主任は、上司の指示を受けて、次の開発方針及びプロジェクトマネジメントルールを作成して、本プロジェクトを開始した。

- ・②各機能モジュール間のインタフェースが疎結合となる設計とする。
- ・両開発チーム間の質問や回答は、文書や電子メールで行い、認識相違を避ける。
- ・③東京チーム内の取組を、プロジェクト全体に適用する。
- ・スケジュールとコストの進捗は、成果物の出来高を尺度とする EVM（Earned Value Management）で管理する。

[プロジェクトの進捗状況]

両チームの開発作業のスケジュールは図 2 のとおりである。

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月
開発作業	ソフトウェア要件定義 ¹⁾		ソフトウェア方式設計	ソフトウェア詳細設計	ソフトウェア構築		ソフトウェア結合 ²⁾	システム結合 ³⁾

注¹⁾ 東京チームの“ソフトウェア要件定義”では、2月にプロトタイピングを実施する。

²⁾ “ソフトウェア結合”と“ソフトウェア適格性確認テスト”を実施する。

³⁾ “システム結合”と“システム適格性確認テスト”を実施する。

図 2 開発作業のスケジュール

また、開発チーム別・月別の PV（計画価値）は表 2 のとおりであり、1 月及び 2 月の EVM 指標値は表 3 のとおりである。

表 2 開発チーム別・月別の PV

単位 万円

開発 チーム	集計の 分類 ¹⁾	月							
		1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月
東京	小計	240	400	400	700	700	700	580	440
	累計	240	640	1,040	1,740	2,440	3,140	3,720	4,160
大阪	小計	120	210	300	420	420	420	440	300
	累計	120	330	630	1,050	1,470	1,890	2,330	2,630

注¹⁾ 小計は、当該月の PV の合計。累計は、1 月から当該月までの小計を順次加えた合計。

表 3 1 月及び 2 月の EVM 指標値

開発チーム	集計の分類	EVM 指標値			
		EV ¹⁾ (万円)	AC ¹⁾ (万円)	CPI ¹⁾	SPI ¹⁾
東京	1 月小計	240	240	1.00	1.00
	2 月小計	360	400	0.90	d
	2 月累計	600	640	0.94	(省略)
大阪	1 月小計	120	120	1.00	1.00
	2 月小計	210	200	e	1.00
	2 月累計	330	320	(省略)	1.00

注記 CPI 及び SPI は、小数第 3 位を四捨五入して小数第 2 位までの値を指標値としている。

注¹⁾ EV：出来高，AC：実コスト，CPI：コスト効率指数，SPI：スケジュール効率指数

表 3 の EVM 指標値によると、プロジェクトを開始して 2 か月が経過した時点で、東京チームは f であり、大阪チームは g である。東京チームのモバイルアプリ開発で、2 月に N 社から業務要件追加の変更要求があり、追加のソフトウェア要件定義の作業が必要になった。T 主任は、N 社と合意して、モバイルアプリの開発要員を追加し、コストの増加を PV に反映させた。この変更の結果、東京チームの BAC（完成時総予算）は 250 万円増加した。

T 主任は、4 月末時点で、東京チームの 4 月累計の EV は 2,100 万円、4 月累計の AC は 2,000 万円となったことを確認した。また大阪チームの 4 月累計の EV と AC は計画どおりであることも確認した。T 主任は、④ 4 月累計の CPI を使って EAC（完成時総コスト見積り）を計算して、コストは予算を超過せずにプロジェクトを完了できると判断した。

設問1 [プロジェクトマネジメントの方針] について、(1)～(4)に答えよ。

(1) 本文中の下線①について、どのように要員を異動させたか。40 字以内で述べよ。

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

解答群

- | | | |
|-----------|----------|------------|
| ア BABOK | イ WBS | ウ アクティビティ |
| エ アンケート | オ 共通フレーム | カ 作成基準 |
| キ チェックリスト | ク メトリックス | ケ ワークパッケージ |

(3) 本文中の下線②について、上司からの指示への対応として、インタフェースを疎結合とする設計は、何を実現でき、どのような効果があるか。35 字以内で述べよ。

(4) 本文中の下線③について、プロジェクト全体に適用する東京チーム内の取組を、35 字以内で述べよ。

設問2 [プロジェクトの進捗状況] について、(1)～(3)に答えよ。

(1) 表 3 中の d , e 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 f , g に入れるスケジュールとコストの状況を、解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

- ア スケジュールは計画どおり、コストは計画値未満
- イ スケジュールは計画どおり、コストは計画値を超過
- ウ スケジュールは計画より遅れ、コストは計画値未満
- エ スケジュールは計画より遅れ、コストは計画値を超過
- オ スケジュールは計画より進み、コストは計画値未満
- カ スケジュールは計画より進み、コストは計画値を超過

(3) 本文中の下線④について、プロジェクト開始 4 か月後の東京チームの EAC は何万円になるか。ここで、EAC は次の式で求めるものとする。

$$EAC = \frac{BAC}{CPI}$$

〔メモ用紙〕

問 10 IT サービスマネジメントの改善に関する次の記述を読んで、設問 1, 2 に答えよ。

A 社は、インターネットを使って航空券や宿泊施設などの予約サービスを提供する企業である。近年 PC からの利用者に加え、スマートフォンからの利用者が増加しており、A 社の事業を拡大する好機となっている。

A 社の予約サービスは、A 社の IT サービス部門によって提供される。IT サービス部門は、予約サービスを企画し利用者への提供窓口となるサービス部、アプリケーションソフトウェア（以下、業務アプリという）を開発する開発部及びシステムを運用する運用部で組織されている。サービス部と運用部は、予約サービスの SLA に整合するように、運用レベル合意書（以下、OLA という）を定めて、運用部の行う作業内容や運用レベルの目標値（以下、OLA 目標値という）を定義している。

予約サービスは航空券システムや国内宿泊システムなど、複数のシステムによって提供されている。運用部には複数のチームがあり、それぞれのチームは、異なったシステムの運用を担当している。国内宿泊システムの運用を担当するチームは、チームリーダーと数名のオペレータで構成される。オペレータは、監視システムを利用してシステムの稼働状況を常時監視している。オペレータのスキルレベルに、個人差はない。

〔インシデントの対応状況〕

システムの運用中にインシデントを発見した場合、運用部はインシデント発生をサービス部に連絡する。サービス部は、インシデント解決の責任を負うインシデント解決者を割り当て、インシデントを定められた時間内で解決させる。インシデント解決者は、インシデントの診断及び解決のために、開発部や運用部に段階的取扱いを行う場合がある。その際、開発部と運用部は、OLA に従ってサービス部を支援する。

早期のインシデント解決の観点から、サービス部は運用部に対して、次のような事項を要求し、OLA の合意内容に含めている。

- (i) インシデント発生から 10 分以内にサービス部にインシデント発生を連絡する。
- (ii) インシデント解決者に指示されてから 10 分以内に開発部向けのシステムログ取得作業を完了する。

しかし、国内宿泊システムの運用では、項番(i), (ii)ともに合意を遵守できていない。

監視システムは、機器の稼働状況だけでなく、業務アプリが出力するメッセージも表示する。オペレータは、コンソール画面に表示されるメッセージを目視し、メッセージ切分け基準表を参照してインシデント発生を判断している。メッセージの中には、インシデント発生との判断に関するメッセージと関係しないメッセージがある。インシデント発生との判断に関するメッセージの中には、メッセージ切分け基準表で、インシデント発生と識別できるメッセージもあるが、人間が更に分析しないとインシデント発生との判断が難しいメッセージもある。オペレータはインシデント発生と判断した場合は、サービス部に連絡し、インシデント処理手順を開始する。このように人間が判断しているので、インシデント発生との連絡が遅延する場合や、インシデント発生を見落とす場合があって、項番(i)が遵守できていない。

一方、システムログの取得作業はシステム化されていて、パラメタを設定することで、数分以内にログ情報の取得が可能である。サービス部にインシデント発生との連絡をした後、インシデント解決者から指示があった場合に、連絡したオペレータがシステムログの取得作業を担当している。オペレータが繁忙なときは、システムログの取得作業着手が遅れてしまうことがあった。OLA 目標値は、“作業指示から 10 分以内で取得作業を完了”であるが、現状は、最大で 30 分掛かってしまう場合があり、項番(ii)が遵守できていない。

A 社の予約サービスの利用者は急増しており、インシデント解決の遅れは、多くの利用者に影響が及びかねない状況になってきていた。現状の運用の実態と、OLA 目標値とのギャップを是正する改善計画が必要となっていた。

[改善計画の策定]

このような状況を踏まえて、サービス部で予約サービスを担当するサービスマネージャの S 主任が、インシデントの対応状況の問題点について分析し、改善計画を策定することとなった。改善計画の内容は次のとおりである。

(1) インシデント発生との連絡遅れについて

まず、S 主任は、メッセージ切分け基準表を使ってオペレータがインシデント発生との判断をしていることに着目した。S 主任は、システムの運用に必要な作業、コンソール画面表示に基づいて実施する作業など、①オペレーター一人当たりの作業量を調査し分析した。また、調査の過程で数人のオペレータから“そもそも、出力さ

れるメッセージの数が多い。インシデント発生の判断に関係しないメッセージを出力する業務アプリがあり、インシデント発生の判断に関係するメッセージを見落とすおそれがある。”との意見があった。運用部が調査したところ、業務アプリが出力するメッセージのうち約半数はインシデント発生の判断に関係しないことが判明した。そこで、S 主任は、開発部に依頼して、インシデント発生の判断に関係しないメッセージを削減するよう該当する業務アプリを改修することを計画した。

次に、S 主任は、監視システムを改修して対応できないか検討した。具体的には、インシデント発生の判断に関係するメッセージのうち、メッセージ切分け基準表で、インシデント発生と識別できるメッセージについては監視システムに登録し、監視システムが自動的にメッセージを識別して、インシデント発生を判断できるようにする。インシデント発生と判断した場合は、画面表示だけでなく、オペレータに分かるようにランプを点滅させ、警告音を鳴らすように監視システムを改修することを計画した。

(2) システムログの取得作業の遅れについて

S 主任は、国内宿泊システムの運用を担当するチームのチームリーダーと検討し、インシデントが発生した場合は、②チームリーダーが窓口となってサービス部からの指示に対応することを計画した。システムログの取得作業の指示があった場合は、チームリーダーが担当するオペレータを指名して作業する手順に変更する。

S 主任は実際にインシデントが発生した場面で OLA 目標値が達成できるか検証する方法をチームリーダーと検討し、インシデントが発生したときの手順を変更して、1 か月間検証した。検証の結果、OLA 目標値を達成することが確認できたので、改善計画の改善内容として採用することにした。

S 主任が策定した改善計画の詳細を表 1 に示す。

表 1 改善計画の詳細

項番	改善内容	a	目標値 ¹⁾	備考
1	業務アプリを改修し、インシデント発生の判断に関係しないメッセージを削減する。	不要なメッセージの削減率	100%	OLA の (i) に対応
2	監視システムを改修し、自動的にインシデント発生を判断する。	メッセージ識別の自動化率	70%	OLA の (i) に対応
3	チームリーダーにインシデント対応窓口を一本化し、適切なオペレータに作業を実施させる。	チームリーダーの対応率	100%	OLA の (ii) に対応

注¹⁾ 目標値は、a に対する目標値のことである。

S 主任は、体制、スケジュールなどをまとめた上で、サービス部、運用部及び開発部の各部長に改善計画を説明し、承認を得た。

なお、改善計画を実施するに当たって、“a の達成状況をサービス部、運用部及び開発部の各部長がレビューするので、定期的に報告会を開催すること。”との指示があった。

その後、この計画に従って改善活動を進めた結果、国内宿泊システムの運用を担当するチームでは OLA 目標値を達成できた。

〔運用部における継続的な改善活動の取組〕

運用部は、日常の運用を優先する傾向があり、国内宿泊システムの運用を担当するチーム以外でも、S 主任が計画したような改善活動は実施されない状況が続いていた。運用部の B 部長は、運用部が主体となった継続的な改善活動の必要性があると判断し、S 主任に対して、“S 主任から運用部のチームリーダたちに今回の改善活動の事例を紹介し、改善への取組機運を高めてほしい。”と依頼した。S 主任は、運用部のチームリーダたちに対して、今回サービス部が中心となり実施した改善活動と効果を説明し、運用部としても自ら改善活動を実施してほしい旨を提案した。しかし、チームリーダたちは、提案主旨には同意したが、改善活動の実施に踏み切れないでいた。

このような状況を鑑みて、B 部長は、サービス部長の了承を得て、③S 主任をサービス部から運用部に異動させた。B 部長は継続的な改善活動に関わるサービスマネジメントの方針を作成し、方針に従って改善されることを確実にするための b 及び c を S 主任に割り当てた。B 部長から S 主任に、“サービス部での経験を基に運用部に改善活動が根付くように推進してほしい。当社の今後の事業を支えていくには、運用部が実施している業務とプロセスを見直していく必要がある。S 主任の取組が部全体に浸透するように、推進してほしい。”との指示があった。S 主任は、早速、費用対効果の目安などの改善の評価基準を明確にして B 部長に提案した。

B 部長は、部員全員に、“サービスマネジメントの方針、改善の評価基準、S 主任の b と c ”を周知した。しばらくして、④運用部の部員は改善活動について提案するようになり、継続的に改善活動を行うようになった。

設問1 「改善計画の策定」について、(1)～(4)に答えよ。

- (1) 本文中の下線①について、S 主任が一人当たりの業務量について分析した目的を解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

- ア 開発した業務アプリの品質を確認し、改善を促すため
イ 業務の繁忙状況によって、メッセージ切分け基準表を使ったインシデント発生の判断時間に差があるかを確認し、有効な対策を検討するため
ウ 業務量や生産性を可視化することで、人員削減の対策を行えるため
エ 生産性の低い人を確認し、教育や配置換えなどの対策を行うため
- (2) 本文中の下線②について、チームリーダーが窓口となってサービス部に対応する目的は何か。40 字以内で具体的に述べよ。
- (3) 表 1 及び本文中の a に入れる適切な英語の字句を 3 字で答えよ。
- (4) 表 1 中の項番 2 の改善内容について、インシデント発生の連絡遅延以外に改善できる問題点は何か。品質の観点で、25 字以内で述べよ。

設問2 「運用部における継続的な改善活動の取組」について、(1)～(3)に答えよ。

- (1) 本文中の下線③について、S 主任に期待している役割は何か。25 字以内で述べよ。
- (2) 本文中の b , c に入れる適切な字句を解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

- ア 技能 イ 教育計画 ウ 経歴 エ 権限 オ 責任
- (3) 本文中の下線④について、運用部の部員が継続的に改善活動を行うようになった理由として、最も適切な説明を解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

- ア OLA を設定し、サービス部と合意したから
イ 運用部長がサービスマネジメントの方針などを部員へ周知したから
ウ 運用部は重要なミッションを限られた要員で遂行したから
エ サービス部からの不満がなくなったから

[ヌ モ 用 紙]

問 11 購買業務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。

製造業の X 社は、社員が製造・生産管理業務に集中できるように、それ以外の業務については外部委託を積極的に利用している。X 社では、外部委託を促進するために、今期、購買の見積りから購買実績までを管理できる購買管理システムを導入した。そこで、X 社の内部監査部では、購買業務で利用されるシステムの運用・保守についてシステム監査を実施することにした。

〔予備調査の概要〕

内部監査部が予備調査で入手した情報は、次のとおりである。

(1) 購買業務で利用されるシステムの概要

購買業務では、見積りから購買実績データ生成までを行う購買管理システムと、購買実績に基づく債務データ生成から支払処理までを行う会計システムが利用されている。

- ① 購買管理システムでは、案件の見積依頼、案件の予算額、取引先の見積額、購買注文確定明細、購買実績明細、案件の進捗履歴、入力・承認履歴などが管理されている。
- ② 購買管理システム及び会計システムには、ともに、責任を明確化し、職務分離を維持できるように、利用者ごとに入力・照会権限及び承認金額の上限を設定できる利用者権限の設定機能がある。
- ③ 購買管理システムで生成された購買実績データは、日次バッチのインタフェース処理で会計システムに引き継がれ、債務データ及び仕訳データが自動生成されている。この結果、従来は手作業で行っていた処理について全件完了したかどうかの確認などのチェック機能が、インタフェース処理に組み込まれた。
- ④ 会計システムでは、債務データに基づいて自動で支払処理が実行されている。また、支払遅延を避けるために、購買管理システムを経由せずに、会計システムの債務データに直接追加・修正入力を行うこともある。

(2) 購買管理システムの保守及びジョブ監視の概要

- ① 保守については職務分離を考慮して、修正作業は情報システム部の開発課の担当者が開発手順に従って実施し、開発課の責任者が移行承認を行う。本番環

境への移行作業は、運用課の移行担当者が実施している。移行担当者は、開発課の担当者が作成した移行作業表に記載されている“修正内容、テスト結果、保守実施者、移行承認者”の妥当性を確認し、移行担当者名を記載して本番移行を行っている。

なお、開発課の担当者と移行担当者の本番環境へのアクセス権は、同じである。また、開発課の担当者及び移行担当者が本番環境にアクセスした操作ログは、全て保存されている。

- ② X社は、ハードウェア、OS、DBMSなどの保守及びジョブ監視を、大手ITベンダのY社に委託している。Y社は、以前から、X社へのハードウェアの販売・設置業務などの受託実績がある。これらY社との取引案件も購買管理システムの管理対象である。
- ③ Y社は、ジョブ監視（インタフェース処理を含む）などの運用業務をリモートで行っている。このため、Y社は、OS、DBMSなどの特権的アクセス権をもっている。ジョブ監視で発見された障害は、その都度、Y社から開発課の購買管理システムの担当者に電子メールで通知され、受信した担当者是对応結果を含めて障害対応管理表に記録している。また、ジョブの開始・終了、障害内容などのジョブ監視結果は、翌朝、Y社から開発課の担当者に電子メールで通知される。

〔監査計画〕

予備調査の結果に基づいて、内部監査部の担当者（以下、監査担当者という）は、購買業務に関するリスク評価を実施し、その結果を踏まえて購買業務で利用されているシステムの監査手続を策定した。

(1) 監査担当者が実施したリスク評価の結果は、次のとおりである。

- ① 購買管理システムの保守において、テスト、移行承認などを適切に実施せずに本番稼働した場合、購買管理システムの品質を維持できないリスクがある。
- ② 購買実績データの会計システムへのインタフェース処理が、正常に行われない場合、債務データが信頼できなくなるリスクがある。
- ③ 購買管理システムの利用者が会計システムの支払処理に影響する入力業務を兼務できた場合、購買業務に関して不正が発生するリスクがある。
- ④ Y社は、X社へのハードウェアの販売・設置業務の受託など長年の実績もあり、

不正を働くリスクはほとんどないので、対応する監査手続を策定しない。

(2) 監査担当者は、(1)のリスク評価の結果に基づいて、表1の監査手続を策定した。

表1 監査手続

項番	監査項目	監査手続
1	会計システムへのインタフェース処理は、適切か。	・ インタフェース処理機能の適切性を検証するために、a分の購買実績を入手し、再計算して、会計システムの仕訳データと一致しているかどうかを確認める。 ・ インタフェース処理に異常が発生していないかどうか、当期中のbを確認める。さらに、障害が発見された場合はcと照合し、対応に漏れがないかどうかを確認める。
2	購買業務に関連する利用者の職務分離は適切か。	・ 購買管理システムの利用者権限の登録・変更・削除に関して、必要な申請・承認が行われているかどうかを確認める。 ・ 購買管理システムの利用者の職務分離が確保されているかどうか、購買管理システムの権限設定を確認める。
3	本番移行は移行担当者だけが実施しているか。	・ 移行作業表を閲覧し、移行担当者が本番移行を実施しているかどうかを確認める。

(3) 内部監査部長のレビュー結果

内部監査部長は、監査担当者によるリスク評価の結果及び監査手続をレビューし、次のように指摘した。

指摘① 〔監査計画〕の(1)④について、“Y社が自社ビジネスを有利に導くために、購買管理システムで管理されているdを不正に入手する”ことが考えられるので、再検討すべきである。

指摘② 表1の項番2について、購買管理システムの利用者の職務分離に関する監査手続だけでは、監査項目を確認するには不十分である。

指摘③ 表1の項番3の監査手続だけでは、開発課の担当者がeしたことを検出できないので、本番移行のログを確認する監査手続も実施すべきである。

設問 1 表 1 の項番 1 で入手する購買実績の最小単位として、表 1 中の に
入れる最も適切な字句を解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

ア 1 回の支払 イ 1 注文 ウ 1 取引先 エ 1 日

設問 2 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 3 「監査計画」の(1)①のリスクに関連した監査項目として最も適切なものを、
表 1 の項番で答えよ。

設問 4 「監査計画」の(3)の指摘①の に入れる適切な字句を、8 字以内で
答えよ。

設問 5 「監査計画」の(3)の指摘②について、内部監査部長が不十分とした理由を、
20 字以内で述べよ。

設問 6 「監査計画」の(3)の指摘③の に入れる適切な内容を、20 字以内
で述べよ。

[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、机上に置けるものは、次のものに限ります。
- なお、会場での貸出しは行っていません。
- 受験票、黒鉛筆及びシャープペンシル（B 又は HB）、鉛筆削り、消しゴム、定規、時計（時計型ウェアラブル端末は除く。アラームなど時計以外の機能は使用不可）、ハンカチ、ポケットティッシュ、目薬
- これら以外は机上に置けません。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。