

平成 19 年度 秋期
ソフトウェア開発技術者
午後 I 問題

試験時間

13:00 ～ 15:00 (2 時間)

注意事項

1. 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。
2. この注意事項は、問題冊子の裏表紙に続きます。必ず読んでください。
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。

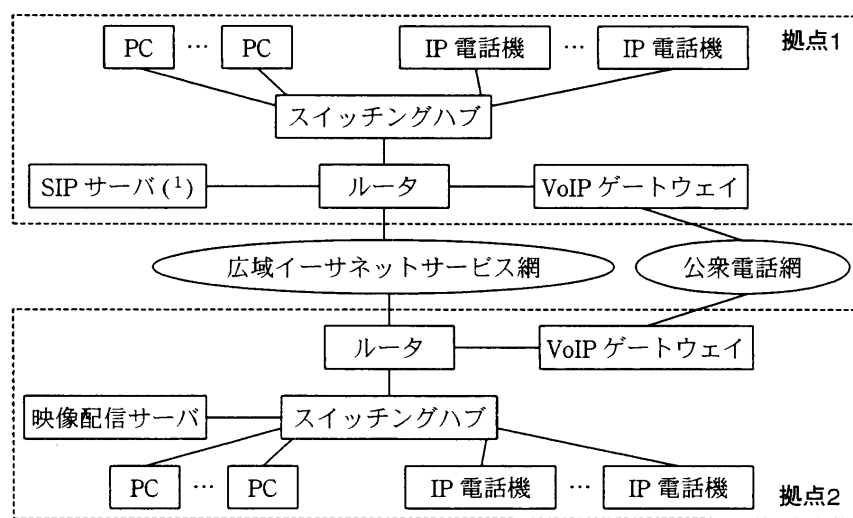
問題番号	問 1 ～ 問 6
選択方法	必須

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) 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、採点されません。
 - (3) 生年月日欄に、受験票に印字されているとおり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。
 - (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。

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 1 TCP と UDP に関する次の記述を読んで、設問 1 ～ 4 に答えよ。

L 社では、図 1 に示す構成のシステムを用いて、各拠点内及び拠点間で、IP 電話による通話や映像配信を行っている。このシステム構成において、IP 電話機同士での通話中に、音声パケットの滞留による音声の遅延や、音声パケットの損失による音声の途切れが発生した。この音声パケット通信障害について原因を追究する準備のために、TCP と UDP について調査した。



注(1) SIP (Session Initiation Protocol) サーバ：電話番号と IP アドレスを管理して IP 電話の呼制御を行う。

図 1 システム構成

TCP と UDP は、OSI 参照モデルの a 層のプロトコルである。その下位層である b 層のプロトコルに IP がある。TCP と UDP では、c で識別される d 間の通信を行う。IP では、IP アドレスで識別されるネットワーク機器間の通信を行う。

TCP と UDP を比較すると、TCP は通信の信頼性を確保するため、データパケットを確実に送信するための機能を備えている。その一つとして、TCP はコネクション確立を必要とし、1 対 1 の通信だけを行う。例えば、クライアント／サーバ間でデータパケットの送信を交互に 1 パケットずつ行う場合、コネクション確立から切断までのパケットシーケンスは図 2 のようになる。それに対して、UDP は c の管理

以外は行わないので、信頼性は TCP に比べて低下するが、通信処理の負荷は小さい。
また、UDP はコネクションレスであり、1 対多の通信も可能である。

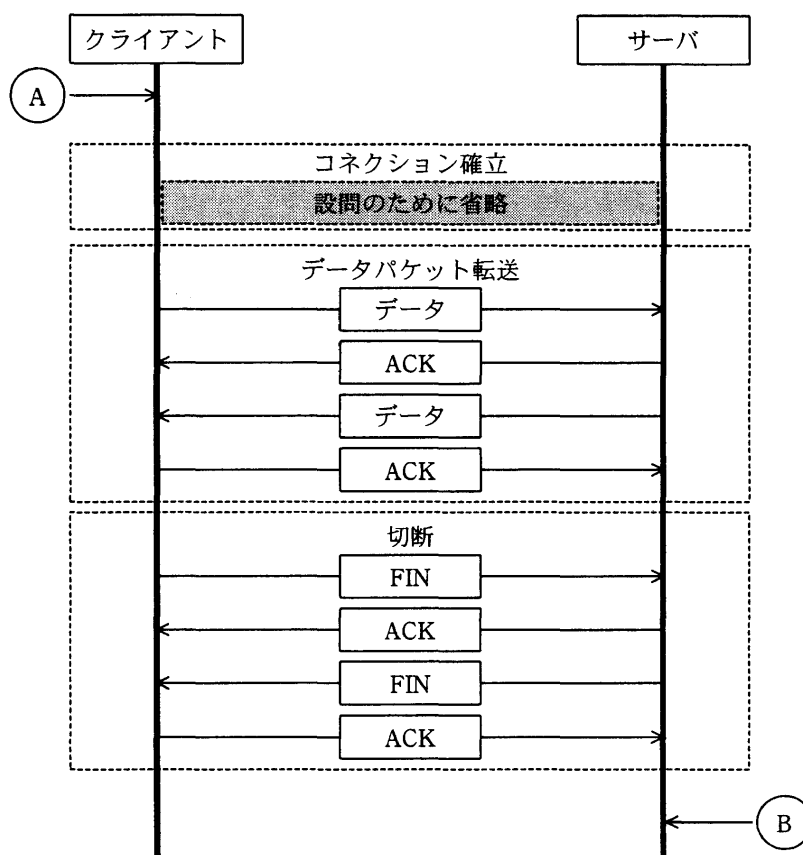


図2 TCP パケットシーケンス

このような特徴から、TCP は e , HTTP, FTP などデータがすべて確実に伝わることが要求されるプロトコルに利用されている。一方、UDP は音声通話、映像配信などで多く利用されている。音声通話の一つである IP 電話では、データがすべて確実に伝わることも、リアルタイム性が優先されるので、UDP が利用されている。また、UDP はネットワーク内で不特定多数の相手に向かって同じデータを送信する f や、ある特定の複数の相手を対象に同じデータを送信する g を使用した放送型の配信に利用されている。

原因追究の結果、本システムでは映像配信サーバから f パケットが PC に

大量に送信された結果、拠点 1, 2 間の帯域が圧迫されたり、IP 電話機に映像配信サーバからのデータパケットが入り込んだりすることによって、IP 電話機同士での音声パケット通信に障害が発生していたことが分かった。

設問 1 本文中の a , b に入れる適切な字句を、カタカナで答えよ。

設問 2 本文中の c ~ 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 IP アドレス | イ SMTP | ウ SNMP |
| エ SNTP | オ アプリケーション | カ エニーキャスト |
| キ シーケンス番号 | ク セッション | ケ ブロードキャスト |
| コ ポート番号 | サ マルチキャスト | シ ユニキャスト |
| ス ルーティング | | |

設問 3 図 2 の TCP パケットシーケンスについて、次の(1), (2)のパケット数をそれぞれ答えよ。

- (1) 図 2 において、A から B までの間でやり取りされるパケット総数
- (2) 図 2 と同じデータの通信を UDP で実装した場合にやり取りされるパケット総数。ただし、パケットの破損や損失への対応は行わないものとする。

設問 4 本文中の下線の障害を改善するために有効な対策を解答群の中から二つ選び、記号で答えよ。

解答群

- ア IP 電話機の登録台数を考慮して SIP サーバの処理能力を確保する。
- イ IP 電話機のパケットを優先して送り出すようにルータを設定する。
- ウ IP 電話機を追加して IP 電話機の音声チャンネル数を増やす。
- エ SIP サーバを運用系と待機系に冗長化する。
- オ VLAN で IP 電話機間のネットワークと PC 間のネットワークに分割する。
- カ VoIP ゲートウェイを複数設置して冗長化する。
- キ 無停電電源装置などで IP 電話機のバックアップ電源を確保する。

問2 7セグメントLEDによる8進数表示回路に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

7セグメントLEDは、図1のように配置されたa～gの7個の表示部（セグメント）から構成される表示装置である。セグメントの消灯／点灯は、各セグメント独立に制御することができる。7個のセグメントを図1のように点灯させると、1けたの8進数（0～7の中の一つの数）を表示することができる。

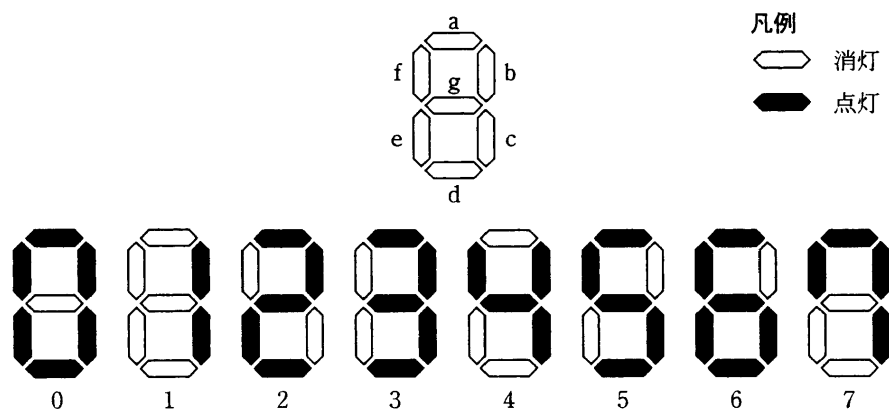


図1 7セグメントLEDによる8進数の表示

1けたの8進数を表示するためにどのセグメントを点灯させるかを決定する回路が8進数デコーダである。8進数デコーダへの入力は2値3ビットの変数（x, y, z）で与えられ、その出力は各セグメントに対する消灯／点灯の指示である。8進数デコーダのブロック図を図2に示す。

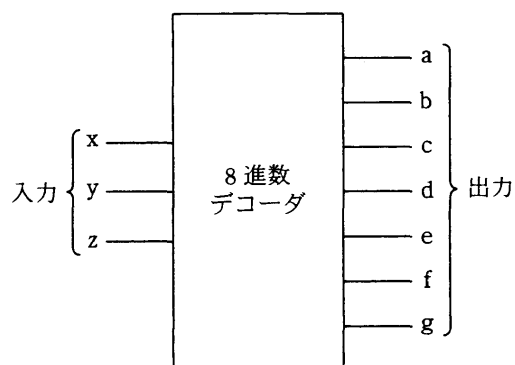


図2 8進数デコーダのブロック図

入力の 8 進数と各セグメントの消灯／点灯の関係を示す真理値表は表 1 のとおりである。各セグメントは、そのセグメントに対する指示が 0 のとき消灯し、1 のとき点灯するものとする。

表 1 入力の 8 進数と各セグメントの消灯／点灯の関係を示す真理値表（未完成）

8 進数	入力			セグメントに対する指示						
	x	y	z	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0			1	1	1	1	
1	0	0	1			1	0	0	0	
2	0	1	0			0	1	1	0	
3	0	1	1			1	1	0	0	
4	1	0	0			1	0	0	1	
5	1	0	1			1	1	0	1	
6	1	1	0			1	1	1	1	
7	1	1	1			1	0	0	1	

x の否定を $\bar{x}$ 、 x と y の論理積を $x \cdot y$ 、論理和を $x + y$ と表記するものとする。

入力が 8 進数 0 ($x=0, y=0, z=0$) の場合にセグメントに対する指示が 1 となる条件を表す論理式は、 $\bar{x} \cdot \bar{y} \cdot \bar{z}$ と表記できる。同様に、入力が 8 進数 1～7 の場合にセグメントに対する指示が 1 となる条件を表す論理式は順に、 $\bar{x} \cdot \bar{y} \cdot z$ 、 $\bar{x} \cdot y \cdot \bar{z}$ 、 $\bar{x} \cdot y \cdot z$ 、 $x \cdot \bar{y} \cdot \bar{z}$ 、 $x \cdot \bar{y} \cdot z$ 、 $x \cdot y \cdot \bar{z}$ 、 $x \cdot y \cdot z$ と表記できる。

入力の 8 進数によって各セグメントが点灯する条件を表す論理式を考える。例えば、セグメント f は、8 進数が 0, 4, 5, 6, 7 のとき点灯すればよいので、

$$\bar{x} \cdot \bar{y} \cdot \bar{z} + x \cdot \bar{y} \cdot \bar{z} + x \cdot \bar{y} \cdot z + x \cdot y \cdot \bar{z} + x \cdot y \cdot z \quad \cdots \text{[式 1]}$$

と表記できる。[式 1] のように、括弧を含まず、変数又は変数の否定 () を積 () で結び、これらを和 (+) で結んだ形になっている論理式を積和標準形という。

論理式を構成する変数、変数の否定、積及び和の数を減らして簡単化できれば、8 進数デコーダの回路を簡素化できる。ある論理式に対し、これ以上簡単化できない積和標準形を最簡形という。[式 1] に対する最簡形は、

$$\bar{y} \cdot \bar{z} + x \quad \cdots \text{[式 2]}$$

である。

8 進数表示回路を、入力が 1～6 に限定された電子サイコロに応用することを考える。

発生しない入力である 0 及び 7 に対する指示は，“0 でも 1 でも構わない” (Don't care) とする。電子サイコロ用のデコーダのセグメントに対する点灯指示を表す論理式を考える場合，0 で点灯を表す $\bar{x} \cdot \bar{y} \cdot \bar{z}$ や，7 で点灯を表す $x \cdot y \cdot z$ を，点灯する指示として条件の論理式に和で付け加えたり，消灯する指示として論理式の和から外したりすることで，論理式を更に簡単にできる可能性がある。

例えば，セグメント f に対し，Don't care である入力 0 と 7 の場合の消灯／点灯の指示の組合せは，表 2 に示すア～エの 4 通りが考えられる。各組合せの場合のセグメント f に対する点灯指示を表す論理式の最簡形は次のようになる。

- ア. 0 で消灯する，7 で消灯するとした場合 $x \cdot \bar{y} + x \cdot \bar{z}$
 イ. 0 で消灯する，7 で点灯するとした場合 x
 ウ. 0 で点灯する，7 で消灯するとした場合 $\bar{y} \cdot \bar{z} + x \cdot \bar{y} + x \cdot \bar{z}$
 エ. 0 で点灯する，7 で点灯するとした場合 $\bar{y} \cdot \bar{z} + x \cdots$ [式 2]

このうち，最も簡単な式はイの場合の x であることが分かる。

表 2 セグメント f への入力 0, 7 に対する消灯／点灯の指示の組合せ

8 進数	入力			セグメント f への指示			
	x	y	z	ア	イ	ウ	エ
0	0	0	0	0	0	1	1
1	0	0	1	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	0	0
3	0	1	1	0	0	0	0
4	1	0	0	1	1	1	1
5	1	0	1	1	1	1	1
6	1	1	0	1	1	1	1
7	1	1	1	0	1	0	1

設問 1 表 1 中の a, b, g 列を埋めて真理値表を完成させよ。

設問 2 表 1 から，セグメント c, d, e が点灯する条件を表す論理式の積和標準形は次のとおりである。

セグメント c: $\bar{x} \cdot \bar{y} \cdot \bar{z} + \bar{x} \cdot \bar{y} \cdot z + \bar{x} \cdot y \cdot z + x \cdot \bar{y} \cdot \bar{z} + x \cdot \bar{y} \cdot z$
 $+ x \cdot y \cdot \bar{z} + x \cdot y \cdot z$

セグメント d: $\bar{x} \cdot \bar{y} \cdot \bar{z} + \bar{x} \cdot y \cdot \bar{z} + \bar{x} \cdot y \cdot z + x \cdot \bar{y} \cdot z + x \cdot y \cdot \bar{z}$

セグメント e: $\bar{x} \cdot \bar{y} \cdot \bar{z} + \bar{x} \cdot y \cdot \bar{z} + x \cdot y \cdot \bar{z}$

入力が 1～6 に限定された電子サイコロ用のデコーダでの各セグメントに対する点灯指示を表す論理式について，発生しない入力 0 及び 7 を Don't care で考えた結果，次の簡単化された論理式が得られた。

セグメント c : $z + x$ … [式 c]

セグメント d : $y + z \cdot x$ … [式 d]

セグメント e : $y \cdot \bar{z}$ … [式 e]

[式 c]，[式 d] 及び [式 e] は，入力 0 及び 7 の場合に“消灯する”，“点灯する”のいずれを選んだ結果得られたものか。答案用紙の“消灯する”，“点灯する”いずれかの文字を○印で囲んで示せ。

設問 3 電子サイコロ用デコーダにおいて，点灯指示を示す論理式として同じ式が使えるセグメントが二つある。a～g の中から選び，記号で答えよ。

〔 メ モ 用 紙 〕

問3 個人情報の適切な取扱いに関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

コンピュータのソフトウェアを販売しているA社は、総合商社B社の100%子会社であり、営業部、マーケティング部、システム部及び人事総務部から構成されている。

先日、製品に関する無料セミナーを営業部が実施した後、参加者に利用目的を明示した上で、氏名、住所、電話番号、メールアドレスなどの個人情報に関する項目を含むアンケートに記入してもらった。A社では、データ入力作業はすべてC社に委託しており、委託契約に個人データの安全管理に関する事項を盛り込んでいる。また、個人データの安全管理が図れるよう、C社に対して、必要かつ適切な監督を行っている。

A社では、個人情報の漏えい防止のために、次の対策を実施している。

- ・個人データは、入退室管理を実施しているコンピュータ室内に設置したサーバにだけ保存し、個人データにアクセス可能なユーザアカウントを制限する。
- ・個人データが保存されているサーバを廃棄する際は、すべてのファイルを削除してから処分する。
- ・クライアントPC（以下、PCという）のハードディスクに個人データをコピーする際は、管理者の許可を得た上で、管理簿にコピーしたことの記録を残す。使用が終わったら直ちに削除し、管理簿に削除したことの記録を残す。
- ・社外に持ち出す可能性のあるPCには、BIOSパスワードを設定する。
- ・すべてのサーバ及びPCにウイルス対策ソフトを導入し、リアルタイムでウイルスの感染をチェックするようにウイルス対策ソフトを設定する。
- ・インターネットから社内LANへのアクセスは、電子メール（以下、メールという）以外すべて拒否する。

このたび、セキュリティの専門家の監査を受けたところ、次の(1)～(4)に示す事故がA社でも発生する可能性があるとして指摘された。

- (1) アンケートに記入したセミナー参加者に、新製品に関する案内をメールで送信する際に、操作の誤りでメールを送信した全参加者にほかの参加者のメールアドレスが流出する。
- (2) 社外に持ち出したPCが盗難に遭った際に、そのPCのハードディスクに保存していた個人データが外部に漏えいする。
- (3) 廃棄したサーバのハードディスクに保存されていた個人データが盗まれる。

- (4) 不審なメールに添付されたファイルを開いた後、この PC からアクセス可能な個人データが、外部に漏えいする。

設問 1 A 社が個人情報取扱事業者であるか否かにかかわらず、適切な個人情報の取扱いが求められる。次のア～カの中で、A 社が個人情報を取り扱う際の行動として適切なものをすべて選び、記号で答えよ。

ア アンケートに“ご記入いただきました氏名、住所、電話番号、メールアドレスなどの個人情報は、弊社の事業活動に利用いたします”と明示して、個人情報を収集する。

イ アンケートに“ご記入いただきました氏名、住所、電話番号、メールアドレスなどの個人情報は、弊社の製品及びサービスに関する情報のお知らせのために利用いたします”と明示して、個人情報を収集する。

ウ アンケートのデータ入力作業を、本人の同意を得ないで、C 社に委託する。

エ アンケートのデータを、全社員が容易に参照できる共有フォルダに保存する。

オ アンケートのデータを、本人の同意を得ないで、利用目的が同じである親会社の B 社に提供する。

カ アンケートのデータを、本人の同意を得ないで、利用目的が異なる人事総務部に提供する。

設問 2 発生する可能性がある指摘された(1)～(4)の事故は、なぜ発生し得るのか。そして、どうすれば防げるのか。それぞれの事故について、発生の要因となることを解答群 A の中から一つ選び、記号で答えよ。また、防止するのに最も有効で、かつ、業務への影響が少ない現実的な対策を解答群 B の中から一つ選び、記号で答えよ。

解答群 A

ア 全参加者のメールアドレスを TO に指定して、メールを送信してしまう。

イ 全参加者のメールアドレスを BCC に指定して、メールを送信してしまう。

ウ BIOS パスワードを設定しても、メンテナンス用のマスタパスワードが存在するので、ハードディスクに記録された内容を見ることができる。

エ BIOS パスワードを設定しても、OS を再導入すれば無効になり、ハードディスクに記録された内容を見ることができる。

オ ハードディスクを抜き出し、ほかの PC に接続することで、ハードディスクに

記録された内容を見ることができる。

カ 多くの OS では、ファイルを削除しても、管理情報が消去されるだけなので、ハードディスクに記録されたファイルの内容を見ることができる。

キ OS やソフトウェアの最近発見された脆弱性を攻撃する新しいウイルスに感染する。

ク 社内 LAN に対してインターネットから不正アクセスを受け、PC のハードディスクのファイルが盗まれる。

解答群 B

ア 案内メールを送信する際は、全参加者のメールアドレスを CC に指定してメールを送信する。

イ 案内メールを送信する際は、全参加者一人一人に 1 通ずつ、その人だけにあてたメールを送信するメール配信ソフトを使用する。

ウ 個人データを含んだファイルを“隠しファイル”にする。

エ 社外に持ち出す可能性のある PC のハードディスクを暗号化する。

オ 個人データが保存されているサーバを廃棄する際は、コマンドでパーティションを削除してから処分する。

カ 個人データが保存されているサーバを廃棄する際は、専用のハードディスクデータ消去ソフトで、ハードディスクの全領域に固定パターンのデータを書き込んでから処分する。

キ OS や使用しているソフトウェアのセキュリティパッチや、導入したウイルス対策ソフト用の新しいパターンファイルが公開されたら、直ちにすべてのサーバ及び PC に適用する。

ク メールの使用を全面的に禁止する。

設問 3 A 社では、個人情報漏えい防止対策を強化するため、設問 2 の対策とは別にシンクライアントシステムの導入を検討することになった。シンクライアントシステムを導入すると、アプリケーションはすべてサーバ側で稼働し、PC はディスプレイへの出力とキーボード、マウスからの入力だけを受け持ち、ハードディスクにファイルを保存することはできない。社外に持ち出した PC で仕事をする場合は、VPN 経由で社内のサーバに接続して作業を行う。

このシンクライアントシステムを導入することで、(1)～(4)の事故のうち、どの事故を防止することができるか。防止できる事故の番号をすべて答えよ。

問4 システムの処理能力と信頼性の向上に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

E 社ではインターネット上で情報提供サイトを運営している。最近、サイトへのアクセスが急増して応答時間の遅延が発生したり、機器障害によってサイトが一時停止するという事態が発生したりしている。そこで E 社では、サイトのシステム構成を見直すことにした。

〔現行システム構成〕

図1に現行システム構成を示す。2台のWebサーバと2台のデータベースサーバ（以下、DBサーバという）で構成され、運用系と待機系からなる **a** システムである。利用者からのアクセスは運用系だけで処理し、待機系は運用系の障害を検出すると、自らを自動的に待機系から運用系に切り替える。運用系と待機系は、すべて同一機種のハードウェアで構成され、同じ機能をもつ。

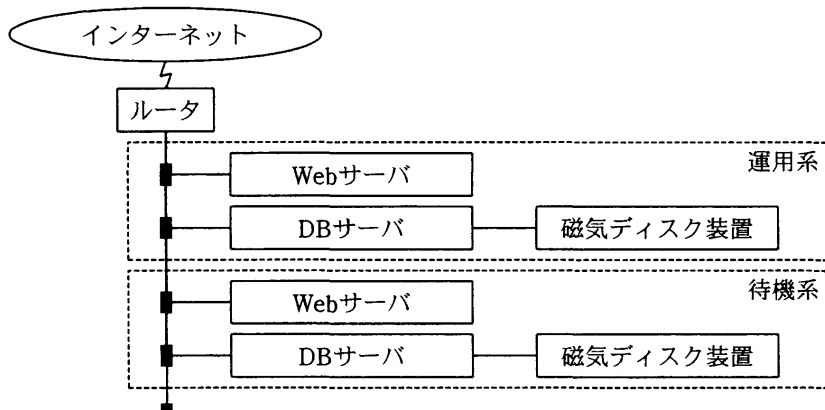


図1 現行システム構成

〔新システム構成〕

図2に新システム構成を示す。新システム構成では、運用系と待機系の区別をなくし、処理能力と信頼性の向上を目的として、次のような変更を実施した。

(1) 処理能力の向上

E 社のサイトでは利用者のセッション管理は必要なく、2台のWebサーバへ交互にアクセスを振り分ける負荷分散を採用した。ロードバランサを導入して、負荷分散のアルゴリズムは **b** を採用した。

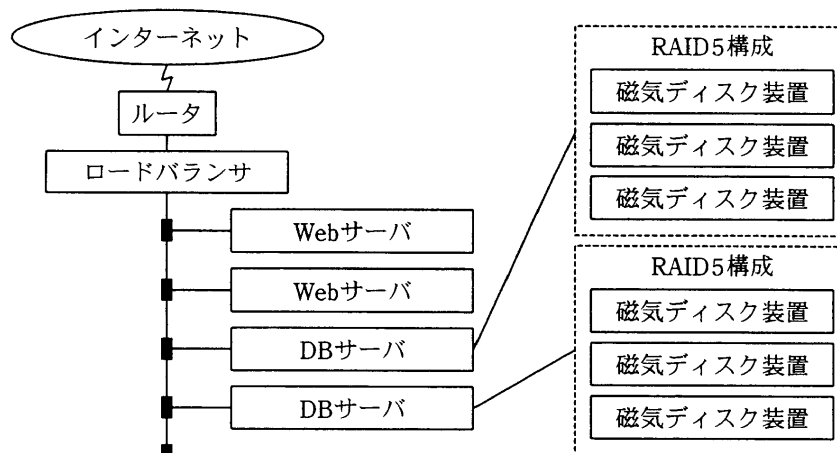


図2 新システム構成

(2) 信頼性の向上

システム全体の稼働率向上のため、Web サーバ、DB サーバ及び磁気ディスク装置からなるクラスタシステム構築を検討した。構築に当たって、Web サーバの障害対策にロードバランサの機能、磁気ディスク装置の障害対策に RAID 5 構成を、それぞれ採用した。

Web サーバと DB サーバは、すべて現行システムと同じハードウェアで同じ機能をもつ。RAID 5 を構成する 3 台の磁気ディスク装置は、現行システムと同一機種のハードウェアで同じ機能をもつ。RAID 5 構成によってシステムの処理能力が低下しないことは、事前に検証済みである。

ロードバランサは、Web サーバの稼働状態を監視して、Web サーバの障害を検出するヘルスチェック機能をもつ。ロードバランサは、ヘルスチェック機能によって障害発生中と判明した Web サーバへはアクセスを振り分けない。表にヘルスチェック機能の方式を示す。

新システムは次の三つの条件をすべて満たせば、稼働できる。

- ① 2 台の Web サーバのうち、1 台以上が稼働している。
- ② 2 台の DB サーバのうち、1 台以上が稼働している。
- ③ 稼働中の DB サーバに接続している RAID 5 構成が稼働している。

RAID 5 構成の稼働条件は、3 台の磁気ディスク装置のうち 2 台以上が稼働していることである。

表 ヘルスチェック機能の方式

方式	説明
c 監視	ICMP を使う c コマンドを利用した監視である。 d 及び e を検出できる。
ポート監視	Web サーバプログラムが使用するポート番号へのポート接続要求を利用した監視である。 c 監視で検出できる状態に加えて、 f を検出できる。
アプリケーション監視	Web サーバプログラムが使用するプロトコルの HTTP や HTTPS を利用した監視である。ポート監視で検出できる状態に加えて、 g を検出できる。

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

解答群

- | | | |
|-----------|--------------|--------------|
| ア シンプレックス | イ デュアル | ウ デュプレックス |
| エ ハッシュ | オ ファーストアンサ | カ マルチプロセッシング |
| キ ラウンドロビン | ク リーストコネクション | |

設問 2 表中の ～ 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。

c に関する解答群

- | | | | | |
|-------|---------|--------|----------|--------|
| ア ftp | イ login | ウ ping | エ telnet | オ trap |
|-------|---------|--------|----------|--------|

d～g に関する解答群

- ア Web サーバが DB サーバに接続されていない状態
- イ Web サーバがネットワークに接続されていない状態
- ウ Web サーバの MIB が正しく更新されていない状態
- エ Web サーバの OS が稼働していない状態
- オ Web サーバプログラムが稼働していない状態
- カ Web サーバプログラムが正しく動作していない状態

設問 3 次の稼働率を表す式において、 $\boxed{\text{h}}$ ～ $\boxed{\text{k}}$ に入れる適切な式を解答群の中から選び、記号で答えよ。ここで、Web サーバ、DB サーバ及び磁気ディスク装置の稼働率はすべて α 、ルータ及びロードバランサの稼働率は 1 とする。

(1) 新システムの RAID5 構成の稼働率： $\boxed{\text{h}}$ - $\boxed{\text{i}}$

(2) 新システムの稼働率：

$(1 - \boxed{\text{j}}) \times (1 - (1 - (\boxed{\text{k}} \times (\boxed{\text{h}} - \boxed{\text{i}})))^2)$

解答群

ア α	イ α^2	ウ α^3	エ α^4	オ $2\alpha^2$
カ $2\alpha^3$	キ $2\alpha^4$	ク $3\alpha^2$	ケ $3\alpha^3$	コ $3\alpha^4$
サ $1 - \alpha$	シ $1 - \alpha^2$	ス $1 - \alpha^3$	セ $1 - \alpha^4$	ソ $(1 - \alpha)^2$
タ $(1 - \alpha)^3$	チ $(1 - \alpha)^4$			

問5 トポロジカルソートに関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

〔トポロジカルソートの定義〕

閉路（サイクル）を含まない有向グラフが与えられたときに、矢印（アーク）の向きと大小関係が一致するように、それぞれ異なった整数をノードに割り当てることをトポロジカルソート、割り当てた整数をトポロジカルソート値という。具体的には、ノード a からノード b へのアークが存在するとき、 $x < y$ となるように、ノード a , b に、それぞれ、トポロジカルソート値 x , y を割り当てる。図1の有向グラフに対するトポロジカルソートの実行結果の一例を図2に示す。図2においては、ノードの中の数字がトポロジカルソート値である。

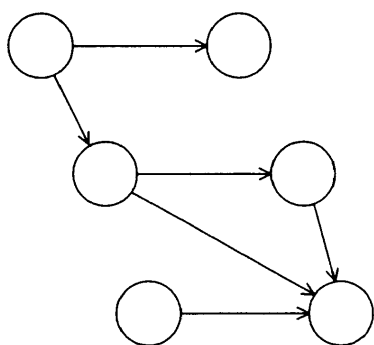


図1 有向グラフの例

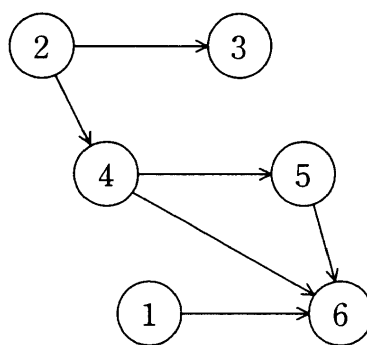


図2 トポロジカルソートの実行結果の例

〔トポロジカルソートのプログラム〕

トポロジカルソートのプログラム（プログラム1）を図3に示す。このプログラムは、深さ優先探索を実行して、行き着いた所から探索経路を戻っていくという処理を、開始ノードを変えて繰り返し行うことによって、トポロジカルソートを実現している。

なお、これ以降のプログラムは、次のようになっている。

- ・ N は、与えられた有向グラフのノードの数を表す。
- ・ それぞれのノードには、 $1 \sim N$ のノード番号が付されている。
- ・ 配列 $A[i, j]$ は、隣接行列である。すなわち、与えられた有向グラフにおいて、ノード番号 i のノードからノード番号 j のノードへのアークが存在するとき $A[i, j] = 1$ 、存在しないとき $A[i, j] = 0$ となっている。

- ・ $top[i]$ は、結果を格納する配列である。ノード番号 i のノードのトポロジカルソート値が $top[i]$ に格納される。
- ・ 左端に付されている数字は、行番号を表す。

```
1: procedure topological_sort
2:    $k \leftarrow N$ 
3:   for  $i = 1$  to  $N$ 
4:     {
5:        $status[i] \leftarrow 0$ 
6:     }
7:   for  $i = 1$  to  $N$ 
8:     {
9:       if  $status[i] = 0$  then visit( $i$ )
10:    }
11: end

12: procedure visit( $i$ )
13:    $status[i] \leftarrow 1$ 
14:   for  $j = 1$  to  $N$ 
15:     {
16:       if  $A[i, j] = 1$  and  $status[j] = 0$  then visit( $j$ )
17:     }
18:    $top[i] \leftarrow k$ 
19:    $k \leftarrow k-1$ 
20: end
```

図3 プログラム1

設問 1 トポロジカルソートの定義に従って，図 4 に示す有向グラフに対してトポロジカルソートを行った結果の例を一つ示せ。図 2 に倣って，ノードの中にトポロジカルソート値を記入せよ。ただし，ここでのトポロジカルソート値は，1～8 でなければならない。

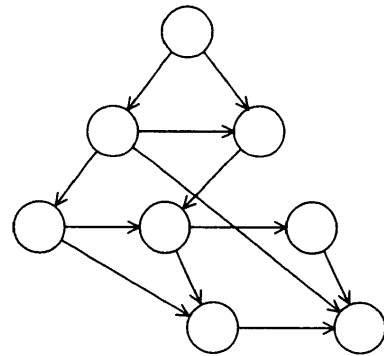


図 4 有向グラフ1

設問 2 プログラム 1 は，再帰を使ったプログラムである。プログラム 1 の実行経過について，(1)～(3)に答えよ。

- (1) 図 5 の有向グラフに対してプログラム 1 を実行すると，手続 `visit` は，6 回呼び出される。`visit` が呼び出されるときに与えられる引数の値を実行の順序に従って列挙せよ。

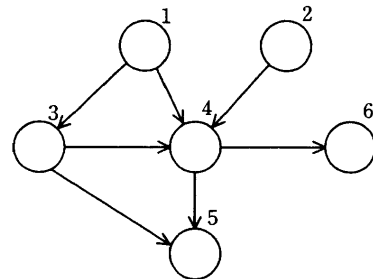


図 5 有向グラフ2

なお，図 5 においてノードの右肩の数字は，ノード番号を示す。

- (2) 図 5 の有向グラフに対して，プログラム 1 を実行したとき，結果はどのようなになるか。ノードの中にトポロジカルソート値を記入せよ。
- (3) プログラム 1 において，ノード番号 i のノードに対して手続 `visit` が実行されたことを記憶するための処理を行っているのは，何行目か。

設問 3 図 6 に示すような，閉路を含む有向グラフに対しては，トポロジカルソートを行うことはできない。そこで，与えられた有向グラフに閉路が存在するときには，その旨のメッセージを出力して停止するように，プログラム 1 の `procedure visit(i)` を図 7 のプログラム 2 のように修正した。しかし，このプログラムは，例えば，図 8 の有向グラフに適用したときには不具合が生じる。

- (1) プログラム 2 を図 8 の有向グラフに適用したとき，どのような結果が出力されるか。25 字以内で述べよ。
- (2) この不具合が生じないようにするためには，プログラム 2 の 24 行目と 25 行目の間に，ある式を追加する必要がある。追加すべき適切な式を解答群の中から一つ選び，記号で答えよ。

```

12: procedure visit(i)
13:   status[i] ← 1
14:   for j = 1 to N
15:   {
16:     if A[i, j] = 1 then
17:     {
18:       if status[j] = 0 then visit(j)
19:       elseif status[j] = 1 then
20:       {
21:         メッセージ “閉路があります” を出力して停止する。
22:       }
23:     }
24:   }
25:   top[i] ← k
26:   k ← k-1
27: end

```

図7 プログラム2

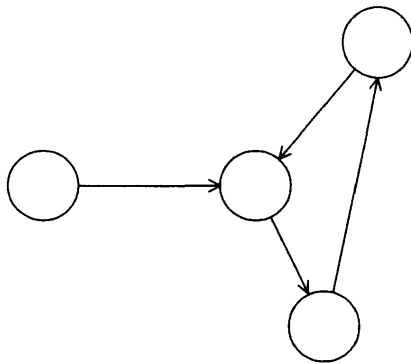


図6 閉路を含む有向グラフ

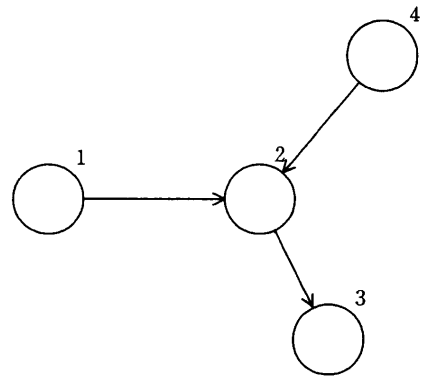


図8 有向グラフ3

解答群

ア $k \leftarrow k-1$

イ $k \leftarrow k+1$

ウ $k \leftarrow k+2$

エ $\text{status}[i] \leftarrow 0$

オ $\text{status}[i] \leftarrow 1$

カ $\text{status}[i] \leftarrow 2$

問6 データウェアハウスの構築に関する次の記述を読んで、設問1～4に答えよ。

X社は、全国に店舗をもつ服飾品小売店チェーンを運営している。X社の商品は、シャツ、スラックス、ジャケットなどの商品種類に分類されている。各商品は、通常、標準価格で販売するが、店舗単位、日単位でバーゲン（割引販売）を行うこともある。X社の店舗には、駅前店舗、郊外店舗、デパート内店舗などの店舗形態がある。

X社では、販売戦略立案のための、販売実績の分析を、既存の販売システムのデータベースを利用して行うか、新たにデータウェアハウスを構築して行うかを検討している。販売システムのE-R図を図1に示す。

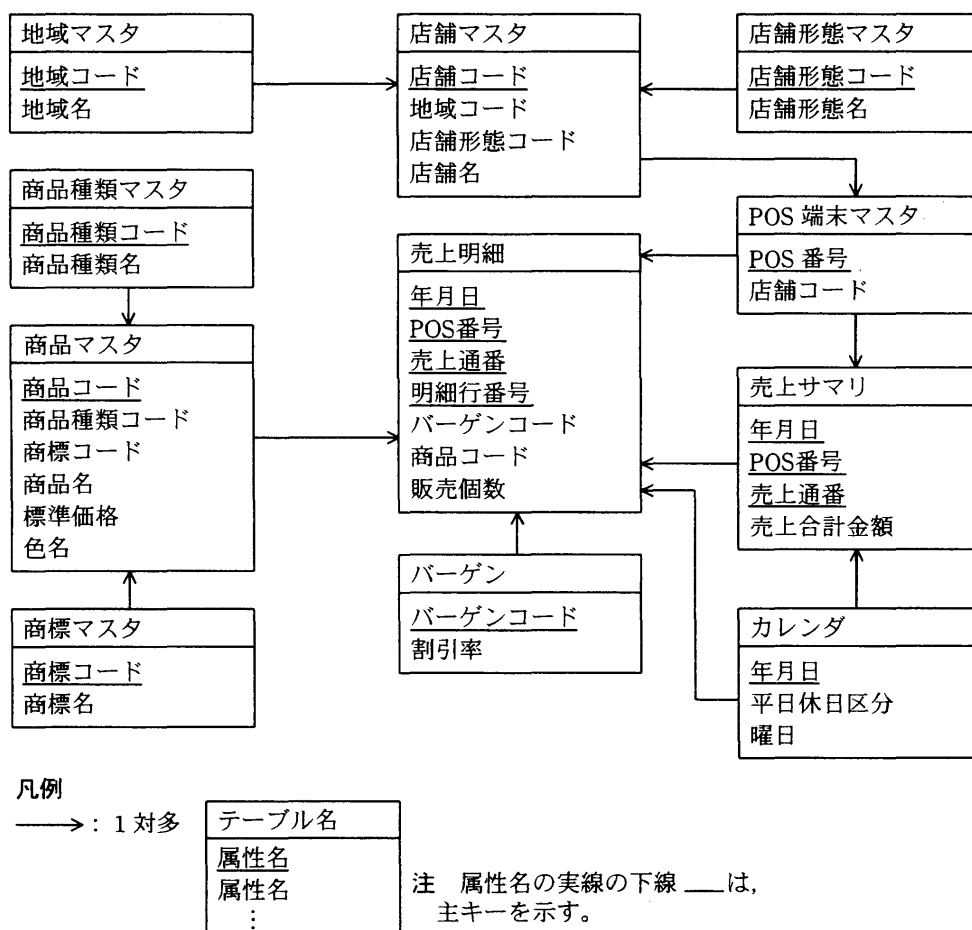


図1 販売システムのE-R図

販売システムは、データセンタに設置されたサーバと各店舗に設置された POS 端末から構成されるオンラインシステムである。サーバは、各 POS 端末から商品コード及び販売個数を受信し、売上明細を記録するとともに、レシートを発行するために必要な明細情報と合計金額を各 POS 端末へ送信する。

販売実績を分析する方法を検討するために、マーケティング担当者にヒアリングを行い、販売戦略立案に有効と思われる重要度の高いデータ分析の要望を整理したところ、表 1 に示す四つになった。

表 1 重要度の高いデータ分析の要望

項番	データ分析の要望
①	店舗ごとの売上高について年月日の平日休日区分で比較し、“平日”の売上比率が“休日（土・日・祝日）”の売上比率より低い店舗の店舗名を抽出したい。
②	ある商品種類について、特定の期間中の、色別の販売個数の日ごとの変動を調べ、流行色の傾向を知りたい。
③	次回のバーゲンでの適正な割引率を設定するために、指定した商品コードをもつ商品について、過去にバーゲンを行った際の割引率別の販売個数と売上高を、次の二つの観点から調査したい。 (a) 季節からその季節内の特定の曜日へと集計単位を細かくしながら売上高の傾向を調査する。 (b) 地域からその地域内の個々の店舗へと集計単位を細かくしながら売上高の傾向を調査する。
④	商標ごとに販売戦略を見直すために、商標ごとの月間売上高について、次の二つの観点から調査したい。 (a) 特定の商標が付いている商品の月間売上高と店舗の所在地（地域）との関係を調査する。 (b) 特定の商標が付いている商品の月間売上高と店舗形態との関係を調査する。

分析に必要なデータを得るための検索機能を設計するに当たって、基幹システム（販売システム）と情報系システム（データウェアハウス）の特徴を表 2 のような形に整理した。

表2 基幹系システムと情報系システムの比較

	基幹系システム (販売システム)	情報系システム (データウェアハウス)
処理形態	POS 端末から、時々刻々新規データや更新データのトランザクションが発生する。これらは、定型業務として処理される。	売れ筋商品と季節の関係や、ある店舗形態と特定の商標が付いている商品の売れ筋傾向など、検索したデータを分析加工する。これらは、非定型業務として処理される。
データ更新頻度	1 回のトランザクションで a のデータを扱う。一般にデータ更新の頻度は b 。多くの場合、追加処理や更新処理を行う。	1 回の分析で c のデータを扱い、集約したデータを取り扱うことも多い。データを更新する頻度は d 。多くの場合、参照処理だけである。
データベースの構造	データ更新時に不整合を起こさないように設計する。 キー以外のデータ項目が主キーに完全に従属するよう、また、主キー以外に従属しないようにグループ化していき、通常は e まで正規化を行う。	“店舗”、“商品”、“販売方法”などの販売業務に密接にかかわるデータを軸にして種々の分析を容易に実施できるように設計する。 キー項目の一部分やキー項目以外の項目に従属するデータ項目をレコード中にもたせた、 f のテーブルになることが多い。
データ発生源	POS などのオンライン端末から入力される。	通常は、基幹系システムから情報を抽出する。

表2を基に検討したところ、基幹系システムの運用上の制約やデータベースの構造を考慮すると、販売システムのデータベースをそのまま利用して分析することは難しいので、データウェアハウスを構築することにした。

重要度の高いデータ分析に必要な検索をすべて実現できるように、販売システムの売上情報を“売上ファクトテーブル”に格納し、その周りに分析の切り口となるデータを“次元テーブル”として配置したスタースキーマ構造(図2)を採用することにした。

“売上ファクトテーブル”は、同一日に発生した売上の“売上明細”レコードから、“商品コード”、“バーゲンコード”、“店舗コード”をキーとして、“標準価格”、“割引率”、“販売個数”を調べ、“売上高”を算出して作成する。

分析の切り口となる“年月日次元テーブル”、“店舗次元テーブル”、“商品次元テーブル”、“バーゲン次元テーブル”は、販売システムから情報を取り出して作成する。また、年月日と季節名を対応付けるルールは、あらかじめ決められている。

表 2 の“データベースの構造”に関する説明に従い、主キーに対しておのずと決まる属性は、一つの次元テーブルに集約する。例えば、“店舗コード”が決まると“店舗名”と“地域名”は一意に決まるので、店舗次元テーブルに集約する。

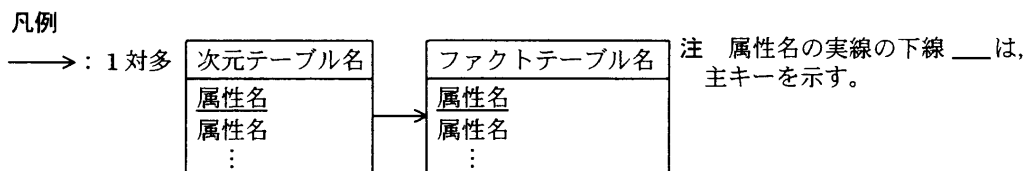
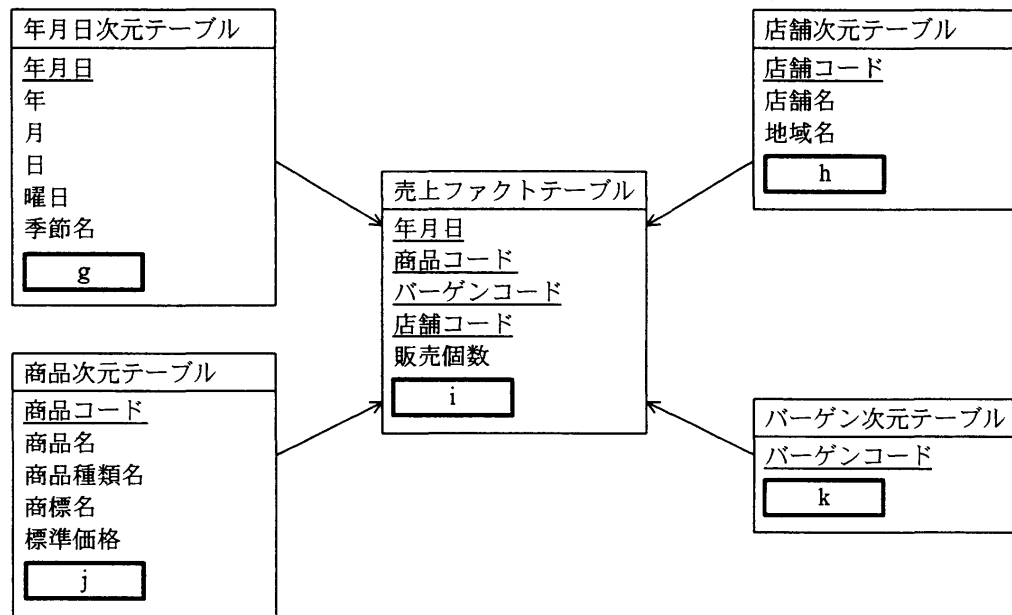


図 2 データウェアハウスのスタースキーマ

設問 1 表 2 中の a ～ 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 オブジェクト構造 | イ 少量 | ウ 多量 |
| エ 第 1 正規形 | オ 第 2 正規形 | カ 第 3 正規形 |
| キ 高い | ク 低い | |

設問2 データウェアハウスのスタースキーマについて、図2中の g ～
k に入れる適切な属性名を一つずつ答えよ。

設問3 表1中の①～④のそれぞれに必要な検索を行うためには、“売上ファクトテーブル”と“年月日次元テーブル”以外に、図2中のどのテーブルが必要か。それぞれの検索について、解答群の中から選び記号で答えよ。複数のテーブルが必要な場合は、すべて列挙せよ。

解答群

ア 商品次元テーブル イ 店舗次元テーブル ウ バーゲン次元テーブル

設問4 表1中の④の分析を一つのテーブルだけで実現できるように、“商標別年月別売上集計テーブル”（図3）を、データウェアハウス（図2）とは別にデータマートとして用意することにした。

なお、“商標別年月別売上集計テーブル”は、図1の販売システムから情報を抽出して作成する。販売システムのどのデータを利用したかが追跡できるように、抽出元のテーブルのキー項目ももたせることにする。図3中の ℓ ～
p に入れる適切な属性名を一つずつ答えよ。

商標別年月別売上集計テーブル（年月，ℓ，m，n，
o，店舗形態名，p，売上高）

注 属性名の実線の下線 は、主キーを示す。

図3 商標別年月別売上集計テーブル

〔 メ モ 用 紙 〕

6. 途中で退室する場合には、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 ～ 14:50
--------	---------------

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。
9. 電卓は、使用できません。
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、白紙であっても提出してください。
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。
13. 午後Ⅱの試験開始は 15:30 です。15:20 までに着席してください。

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。