

平成 23 年度 春期

特別試験

データベーススペシャリスト試験

午後 I 問題

試験時間

12:30 ~ 14:00 (1 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. 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。
4. 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。
5. 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 3
選択方法	2 問選択

6. 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) 選択した問題については、次の例に従って、選択欄の問題番号を○印で囲んでください。

なお、○印がない場合は、採点の対象になりません。3 問とも○印で囲んだ場合は、はじめの 2 問について採点します。

〔問 1、問 3 を選択した場合の例〕

選択欄	
2 問選択	問 1
	問 2
	問 3

- (5) 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。
- (6) 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。

問題文中で共通に使用される表記ルール

概念データモデル、関係スキーマ、関係データベースのテーブル（表）構造の表記ルールを次に示す。各問題文中に注記がない限り、この表記ルールが適用されているものとする。

1. 概念データモデルの表記ルール

(1) エンティティタイプとリレーションシップの表記ルールを、図1に示す。

- ① エンティティタイプは、長方形で表し、長方形の中にエンティティタイプ名を記入する。
- ② リレーションシップは、エンティティタイプ間に引かれた線で表す。
 - “1対1”のリレーションシップを表す線は、矢を付けない。
 - “1対多”のリレーションシップを表す線は、“多”側の端に矢を付ける。
 - “多対多”のリレーションシップを表す線は、両端に矢を付ける。

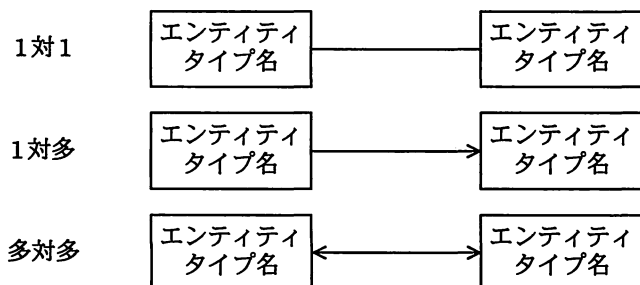
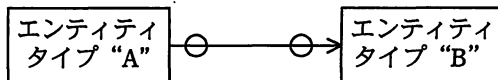


図1 エンティティタイプとリレーションシップの表記ルール

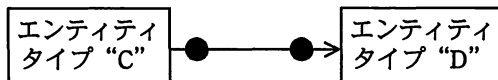
(2) リレーションシップを表す線で結ばれたエンティティタイプ間において、対応関係にゼロを含むか否かを区別して表現する場合の表記ルールを、図2に示す。

- ① 一方のエンティティタイプのインスタンスから見て、他方のエンティティタイプに対応するインスタンスが存在しないことがある場合は、リレーションシップを表す線の対応先側に“○”を付ける。
- ② 一方のエンティティタイプのインスタンスから見て、他方のエンティティタイプに対応するインスタンスが必ず存在する場合は、リレーションシップを表す線の対応先側に“●”を付ける。

“A” から見た “B” も，“B” から見た “A” も、インスタンスが存在しないことがある場合



“C” から見た “D” も，“D” から見た “C” も、インスタンスが必ず存在する場合



“E” から見た “F” は必ずインスタンスが存在するが，“F” から見た “E” はインスタンスが存在しないことがある場合

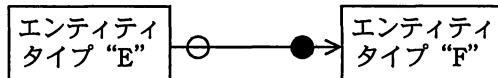
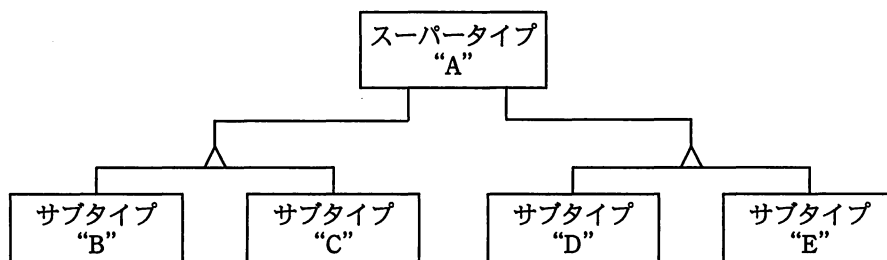


図2 対応関係にゼロを含むか否かを区別して表現する場合の表記ルール

(3) スーパータイプとサブタイプの間のリレーションシップの表記ルールを、図3に示す。

- ① サブタイプの切り口の単位に“△”を記入し、スーパータイプから“△”に1本の線を引く。
- ② 一つのスーパータイプにサブタイプの切り口が複数ある場合は、切り口の単位ごとに“△”を記入し、スーパータイプからそれぞれの“△”に別の線を引く。
- ③ 切り口を表す“△”から、その切り口で分類されるサブタイプのそれぞれに線を引く。



スーパータイプ “A” に二つの切り口があり、それぞれの切り口にサブタイプ “B” と “C” 及び “D” と “E” がある例

図3 スーパータイプとサブタイプの間のリレーションシップの表記ルール

(4) エンティティタイプの属性の表記ルールを、図4に示す。

- ① エンティティタイプの長方形内を上下2段に分割し、上段にエンティティタイプ名、下段に属性名の並びを記入する。¹⁾
- ② 主キーを表す場合は、主キーを構成する属性名又は属性名の組に実線の下線を付ける。
- ③ 外部キーを表す場合は、外部キーを構成する属性名又は属性名の組に破線の下線を付ける。ただし、主キーを構成する属性の組の一部が外部キーを構成する場合は、

破線の下線を付けない。

エンティティタイプ名
<u>属性名 1</u> , <u>属性名 2</u> , … …, 属性名 n

図 4 エンティティタイプの属性の表記ルール

2. 関係スキーマの表記ルール及び関係データベースのテーブル（表）構造の表記ルール

(1) 関係スキーマの表記ルールを、図 5 に示す。

関係名 (属性名 1, 属性名 2, 属性名 3, …, 属性名 n)

図 5 関係スキーマの表記ルール

- ① 関係を、関係名とその右側の括弧でくくった属性名の並びで表す。¹⁾ これを関係スキーマと呼ぶ。
 - ② 主キーを表す場合は、主キーを構成する属性名又は属性名の組に実線の下線を付ける。
 - ③ 外部キーを表す場合は、外部キーを構成する属性名又は属性名の組に破線の下線を付ける。ただし、主キーを構成する属性の組の一部が外部キーを構成する場合は、破線の下線を付けない。
- (2) 関係データベースのテーブル（表）構造の表記ルールを、図 6 に示す。

テーブル名 (列名 1, 列名 2, 列名 3, …, 列名 n)

図 6 関係データベースのテーブル（表）構造の表記ルール

関係データベースのテーブル（表）構造の表記ルールは、(1) の ① ～ ③ で“関係名”を“テーブル名”に、“属性名”を“列名”に置き換えたものである。

注 1) 属性名と属性名の間は“,”で区切る。

問1 データベースの基礎理論に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

D社は、健康の維持・増進を目的としたフィットネスクラブ事業を展開している。D社では新たに、メタボリックシンドローム対策のために、専任スタッフが個々の会員の目標に応じた様々なプランを立て、各プランのトレーニングに当たって支援を行うことになった。具体的には、高い運動効果、確実なシェイプアップ効果が得られるように、運動・栄養に関する専門知識をもった専任スタッフがマンツーマンでアドバイスを行う個人トレーニングなどの有料メニューを提供することにした。そのための情報システム（以下、本システムという）を構築するために、従来の会員管理データモデルに、必要な要素を追加して、再設計することにした。本システムのデータモデルで検討した関係スキーマは、図1のとおりである。

図3～5は、図2の関数従属性及び自明でない多値従属性の表記法に従って、属性間の主な関数従属性を表したものである。図1、図3～5の主な属性とその意味及び制約を表1に示す。表2は、関係“予約時間割”の具体例である。

会員（会員ID、入会区分、会員種別ID、契約日、入会日、退会日、姓、名、性別、 生年月日、身長、体重、電話番号、住所、オプション選択、有料メニュー選択）
会員種別（会員種別ID、入会金、月会費、利用可能日、利用可能時間）
オプション（オプションID、オプション名、追加月額）
メニュー（メニューID、メニュー名、標準時間、料金、定員）
スタッフ（スタッフID、姓、名、性別、生年月日、電話番号、住所、プロフィール、 取得資格、対応可能トレーニング、登録日、更新日、担当可能日時、担当設定日、 勤務店舗）
自己記録（会員ID、記録日、入力日、体重、最高血圧、最低血圧、総歩数）
目標（会員ID、スタッフID、基準日、経過日数、設定日、体脂肪率、筋肉量、体重、腹囲）
測定（会員ID、測定日時、体脂肪率、筋肉量、体重、腹囲、最高血圧、最低血圧、脈拍数）
予約時間割（予約枠ID、予定日時、会員ID、スタッフID、メニューID）

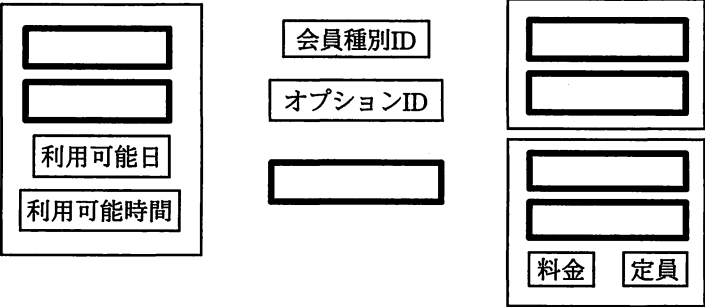
図1 本システムのデータモデルで検討した関係スキーマ

表 1 主な属性とその意味及び制約

属性名	意味及び制約
会員 ID	会員を一意に識別する ID。退会後に再度入会した会員には、退会前と同一の会員 ID を使用する。
入会区分	新規入会、継続、契約変更、再度入会などの契約手続を識別する区分
会員種別 ID	フルタイム会員、デイトタイム会員、イブニング会員などの会員の種別を識別する ID。会員種別ごとに入会金、月会費、利用可能日、利用可能時間が決まっている。
契約日	入会フォームに必要な情報を記入して申込みを行い、契約が成立した日。入会フォームには、姓、名、性別、生年月日、身長、体重、電話番号、住所を記入する。
入会日	申込み時に指定した利用開始日
退会日	退会申出があった月の月末日
オプション 選択	オプションの選択状況。オプションには、①施設利用時に毎回、ロッカー、タオルなどのレンタル品 6 点を自由に利用できるフルレンタルオプション、②施設利用時にタオルセットだけ利用できるタオルオプション、③オプションなし、の三つがあり、オプション ID で一意に識別される。申込み時に、三つのオプションの中から一つを選択する。
有料メニュー 選択	有料メニューの選択状況。個人トレーニングなどの有料メニューがあり、申込み時に複数の有料メニューを選択することができる。この属性の値は、メニューID の集合となる。
メニューID	メニューを一意に識別する ID
スタッフ ID	スタッフを一意に識別する ID
登録日	スタッフを登録した日
更新日	スタッフの取得資格、対応可能トレーニングのデータを登録又は変更した日。履歴も保存する。
担当可能日時	スタッフが担当できる日及び時間枠
担当設定日	スタッフの担当可能日時を設定した日。担当可能日時を変更した場合は、最新の設定日。同じ担当設定日で複数の担当可能日時を設定することがある。
勤務店舗	スタッフが担当可能日時に勤務する店舗
記録日	会員自身が計測・記録をした日
入力日	会員が計測データを入力した日
基準日	トレーニングの効果の推移を見る起点となる日
経過日数	基準日からの日数
設定日	目標値を設定した日。同一会員に対して、同一設定日で、異なる基準日を複数設定することはできない。目標値は、基準日からの経過日数後の体脂肪率、筋肉量、体重、腹囲の目標数値。基準日、経過日数はそのまま、目標値を変更することがある。そのとき設定日は、変更した日付とする。
測定日時	施設利用時に体脂肪率、筋肉量などを計測した日時
予約枠 ID	実施予定のメニューの予約時間割に対して、メニューID、予定日時ごとに一意に割り振った ID。個人トレーニングの場合、予約枠ごとに 1 人のスタッフが 1 人の会員を担当する。個人トレーニングでない場合、予約枠 ID ごとに複数のスタッフが複数の会員を担当する。

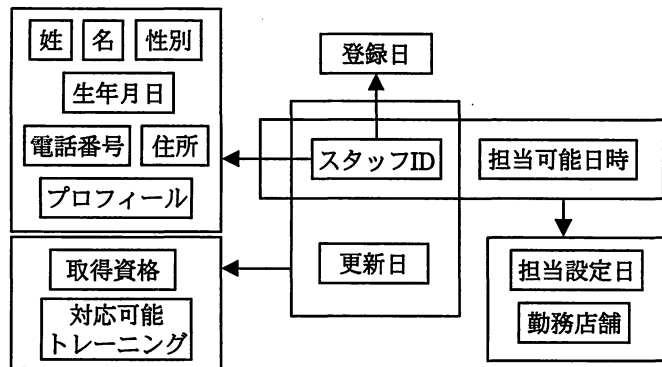
凡例	関数従属性			自明でない多値従属性
意味	$A \rightarrow B$	$\{A, B\} \rightarrow C$	$C \rightarrow \{A, B\}$ $C \rightarrow A$ $C \rightarrow B$	$C \twoheadrightarrow A B$

図2 関数従属性及び自明でない多値従属性の表記法



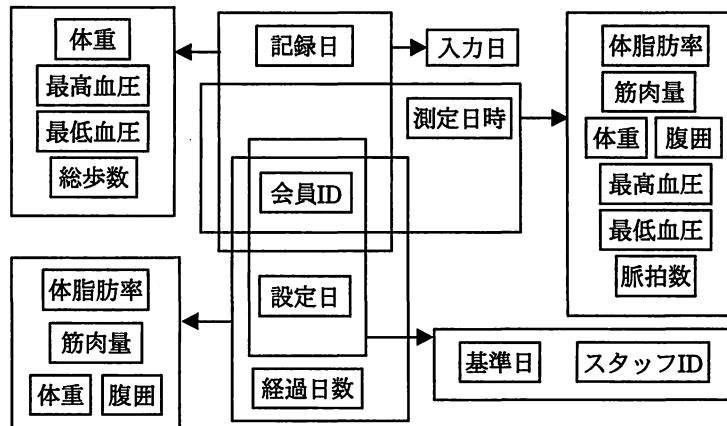
会員種別（会員種別 ID，入会金，月会費，利用可能日，利用可能時間）
 オプション（オプション ID，オプション名，追加月額）
 メニュー（メニュー ID，メニュー名，標準時間，料金，定員）

図3 関係“会員種別”，“オプション”，“メニュー”の属性間の関数従属性（未完成）



スタッフ（スタッフ ID、姓、名、性別、生年月日、電話番号、住所、プロフィール、取得資格、対応可能トレーニング、登録日、更新日、担当可能日時、担当設定日、勤務店舗）

図 4 関係“スタッフ”の属性間の主な関数従属性



自己記録（会員 ID、記録日、入力日、体重、最高血圧、最低血圧、総歩数）
 目標（会員 ID、スタッフ ID、基準日、経過日数、設定日、体脂肪率、筋肉量、体重、腹囲）
 測定（会員 ID、測定日時、体脂肪率、筋肉量、体重、腹囲、最高血圧、最低血圧、脈拍数）

図 5 関係“自己記録”、“目標”、“測定”の属性間の主な関数従属性

表 2 関係“予約時間割”の具体例

予約枠 ID	予定日時	会員 ID	スタッフ ID	メニューID
R1	2011-04-01 18:00	A1	S1	M1
R2	2011-04-01 19:00	B1	S2	M2
R2	2011-04-01 19:00	B2	S2	M2
R3	2011-04-04 20:00	A1	S1	M1
R4	2011-04-05 16:00	C1	S2	M3
R4	2011-04-05 16:00	C2	S2	M3
R4	2011-04-05 16:00	C3	S2	M3
R4	2011-04-05 16:00	C1	S3	M3
R4	2011-04-05 16:00	C2	S3	M3
R4	2011-04-05 16:00	C3	S3	M3

設問 1 関係“会員”及び図 3, 4 について, (1)～(3)に答えよ。

- (1) 関係“会員”は, 第 1 正規形の条件を満たしていない。その理由を 40 字以内で具体的に述べよ。
- (2) 図 3 の関数従属性を, 図 2 中の凡例の欄に示した表記法に従って完成させよ。
- (3) 図 4 の関係“スタッフ”の候補キーを一つ答えよ。

設問 2 図 5 について, (1), (2)に答えよ。

- (1) 関係“自己記録”, “目標”, “測定”の候補キー, 及び第 1 正規形, 第 2 正規形, 第 3 正規形のうち, どこまで正規化されているかを答えよ。また, 正規形の判別根拠を, 部分関数従属性及び推移的関数従属性の“あり”又は“なし”で示せ。“あり”の場合は, その関数従属性の具体例を, 図 2 中の意味の欄に示した表記法に従って示せ。

- (2) 関係“自己記録”, “目標”, “測定”のうち, 第 3 正規形でないものを一つ選んで関係名を示し, 第 3 正規形に分解した関係スキーマで示せ。

なお, 分解した関係スキーマの関係名は任意とし, 主キーを, 下線で示すこと。

設問 3 関係“予約時間割”について, (1)～(3)に答えよ。

- (1) 関係“予約時間割”は, 更新時に不都合が生じる。その状況を, 表 2 を基に 60 字以内で具体的に述べよ。
- (2) 表 3 は, 関係“予約時間割”を分割した関係“クラス”の具体例であり, 自明でない多値従属性が含まれている。その自明でない多値従属性を, 図 2 中の凡例の欄に示した表記法に従って図 6 に示す。図 6 中の

a

 ～

c

 に入れる属性名を答えよ。

表 3 関係“予約時間割”を分割した関係“クラス”の具体例

予約枠 ID	会員 ID	スタッフ ID
R1	A1	S1
R2	B1	S2
R2	B2	S2
R3	A1	S1
R4	C1	S2
R4	C2	S2
R4	C3	S2
R4	C1	S3
R4	C2	S3
R4	C3	S3

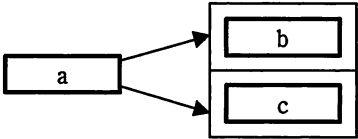


図 6 関係“クラス”の自明でない多値従属性

(3) 表 3 の関係“クラス”を第 4 正規形に分解した関係の具体例を、表 3 に倣って次の二つの表に示せ。

なお、表の欄はすべて埋まるとは限らない。

問2 データベースの設計に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

B社は、飲食店をチェーン展開している。これまでB社の各店舗では、来店者を増やすために、来店者数の少ない日には商品単価を下げたり、割引クーポンを発行したりしていたが、店舗での作業負担が大きいことから今回これらの点を含めてシステム化することにした。

〔業務の概要〕

1. 商品

(1) 商品区分

商品は、単品商品と複合商品に区分する。

単品商品は、例えば、生ビール中ジョッキ、冷ややっこなどのように一つの商品が一つの飲食物に対応する。複合商品は、セット商品と一括商品に区分する。セット商品は、複数の単品商品を組み合わせた一つの商品である。一括商品は、宴会のコース料理のように1人ずつに提供する一連の単品商品の一つにまとめた商品である。

なお、セット商品の商品単価は、構成する単品商品の商品単価の合計よりも低く設定する。一つの単品商品が、複数のセット商品に組み込まれることはない。

(2) 商品提供時間と商品単価

① 商品提供時間は、次のとおりである。

- ・全店の営業時間は同じである。
- ・“時間帯”は、営業時間を19時台、20時台のように、1時間刻みに分けたものである。
- ・単品商品は、すべての時間帯で提供している。
- ・セット商品と一括商品は、商品別に、提供する曜日、時間帯を限定している。

② 商品単価は、次のとおりである。

- ・すべての商品には、それぞれ一つの標準単価を設定する。
- ・単品商品の一部に、店舗別曜日別時間帯別に変動単価を設定する。
- ・一括商品の一部に、店舗別曜日別に変動単価を設定する。
- ・セット商品には、変動単価を設定しない。

- ・係員が利用客の注文を聞き始めてから、注文の内容確認後テーブルを離れるまでを、1回の“注文伺”という。注文伺開始時の時刻（時分秒）を当該注文伺の時刻とする。
- ・一つの注文伺を構成する商品ごとの注文を，“注文”という。ただし、一つの注文伺の中で同じ商品が複数個注文された場合は、数量で管理する。
- ・注文伺の後、既に売切れとなっていることが判明した商品については、利用客に説明して注文の取消しを行う。注文の取消しは、新たな注文伺の中で当該商品の数量をマイナスにする。一つの注文伺の中で、一つの商品が注文された後その場で取り消された場合は、注文がなかったものとする。
- ・注文伺ごとに、注文伺内容、注文伺金額小計、及び利用金額合計を表示した注文伺明細を、利用客に提示する。1回の注文伺における注文伺明細の例を、図2に示す。図2は、前回の注文伺で受けた注文の取消しを含む追加注文伺明細の例である。

焼き物〇屋			
〇〇駅前店 TEL 03-XXXX-XXXX		2011年3月7日	
売上伝票番号 00153624	テーブル No.	12	人数 4
<<<< 注文伺明細 >>>>			
注文伺時刻 19時18分48秒			
[商品]	[単価]	[数量]	[金額]
サバ塩焼き	@945	-1	-945 円
サンマ塩焼き	@840	1	840 円
ごぼう巻き	@525	1	525 円
特製サラダ	@630	1	630 円
今回ご注文伺金額小計			1,050 円
本日もご利用金額合計			7,035 円
(価格はすべて消費税込み)			

図2 1回の注文伺における注文伺明細の例

〔データベースの設計概要〕

〔業務の概要〕に対するデータベースの設計概要は、次のとおりである。

1. 商品ごとの区分の設定

商品ごとに商品区分として、単複区分と複合区分を設定する。また、セット商品

を除く商品について、商品単価の区分のために単価区分を設定する。各区分の取得値と意味を、表 1 に示す。

表 1 各区分の取得値と意味

区分	対象商品	取得値と意味	対象外商品の場合の設定値
単複区分	全商品	1：単品商品，2：複合商品	
複合区分	全複合商品	1：セット商品，2：一括商品	NULL
単価区分	全単品商品， 全一括商品	1：変動単価を適用しない商品， 2：変動単価を適用する商品	NULL

2. テーブルの構造

テーブルの構造を、図 3 に示す。

店舗（店舗番号，店舗名，住所，電話番号，テーブル数，レジ数，従業員数）

時間帯（時間帯番号，開始時分，終了時分）

クーポン利用条件（クーポン番号，商品番号，開始年月日，終了年月日，曜日，時間帯番号，
店舗番号，割引額）

商品（商品番号，商品名，標準単価，，，）

複合商品組合せ（複合商品番号，単品商品番号）

商品提供時間（商品番号，）

単品商品変動単価（商品番号，）

一括商品変動単価（商品番号，）

売上（店舗番号，売上伝票番号，売上年月日，売上時分，テーブル番号，レジ担当，利用客人数）

売上明細（店舗番号，売上伝票番号，注文何時分秒，商品番号，数量，販売単価，クーポン番号）

図 3 テーブル構造（未完成）

〔セット商品扱いの対応〕

現在は、複数の単品商品の注文によって一つの売上伝票番号内でセット商品を構成する単品商品がそろった場合でも、単品商品として取り扱っている。システム化後は、このような場合には、自動的にセット商品が注文されたものとみなし（これを“セット商品扱い”という）、単品商品の注文を取消し扱いにする。この場合、利用客からの注文とセット商品扱いを区別して、注文何明細に表示する。セット商品扱いを含む注文何明細の例を、図 4 に示す。

焼き物〇屋			
〇〇駅前店	TEL 03-XXXX-XXXX	2011 年 3 月 7 日	
売上伝票番号 00153624	テーブル No.	12	人数 4
<<<< 注文伺明細 >>>>			
注文伺時刻 20 時 05 分 20 秒			
[商品]	[単価]	[数量]	[金額]
くし焼き盛合せ	@840	1	840 円
玉子焼き	@420	1	420 円
* 玉子焼き	@420	-1	-420 円
* ごぼう巻き	@525	-1	-525 円
* 特製サラダ	@630	-1	-630 円
* お手軽 3 点セット	@1,365	1	1,365 円
(*印：お手軽 3 点セットのセット商品扱いとなりますので、単品よりも 210 円お安くなりました。)			
今回ご注文伺金額小計			1,050 円
本日もご利用金額合計			8,085 円
(価格はすべて消費税込み)			

図 4 セット商品扱いを含む注文伺明細の例（図 2 に続く注文伺明細）

解答に当たっては、巻頭の表記ルールに従うこと。

なお、テーブル構造の表記は、“関係データベースのテーブル（表）構造の表記ルール”を用いること。さらに、主キー及び外部キーを明記せよ。

設問 1 図 3 中の“クーポン利用条件”テーブルについて、(1)、(2)に答えよ。

- (1) “クーポン利用条件”テーブルの候補キーを一つ示せ。
- (2) “クーポン利用条件”テーブルを第 3 正規形の条件を満たすテーブルに分解せよ。

なお、テーブル名は本文中で与えられた語句を用いて、適切な名称にすること。

設問 2 商品ごとの区分について、(1)、(2)に答えよ。

- (1) 図 3 中の“商品”テーブルにおける列“商品番号”，“商品名”，

a，b 及び c の値（一例）を表 2 に示す。

表2 “商品” テーブルにおける各列の値 (一例)

商品番号	商品名	a	b	c
1234	ア	2	2	2
2345	イ	2	NULL	1
3456	ウ	NULL	1	2
4567	エ	1	NULL	1

(a) 図3中の a ~ c に入れる適切な区分を次の①～③の中から選び、番号で答えよ。

①：単複区分、②：複合区分、③：単価区分

(b) テーブル“商品提供時間”、“単品商品変動単価”、“一括商品変動単価”の外部キー“商品番号”は、“商品”テーブルの限定されたインスタンスを参照する。これらのテーブルの“商品番号”が“商品”テーブルを参照するとき、次に示す表3の決定表で各区分の条件を判定する。表3(1/2)の商品提供時間を例にして、表3(2/2)中の空欄をすべて埋めよ。

なお、存在しない区分の組合せも、決定表の列に含まれている。

表3 (1/2) 決定表

a	1	1	1	1	1	1	2	2	2
b	1	1	2	2	NULL	NULL	1	1	2
c	1	2	1	2	1	2	1	2	1
商品提供時間	—	—	—	X	—	—	—	—	—
単品商品変動単価									
一括商品変動単価									

表3 (2/2) 決定表

a	2	2	2	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
b	2	NULL	NULL	1	1	2	2	NULL	NULL
c	2	1	2	1	2	1	2	1	2
商品提供時間									
単品商品変動単価									
一括商品変動単価									

注記1 X：参照する，—：参照しない又は存在しない

注記2 は表示していない

- (2) 図 3 中の

d

 ～

f

 に入れる適切な列名を、本文中の用語を用いてすべて答えよ。

設問 3 「セット商品扱いの対応」を行った場合の図 3 中の“売上明細”テーブルについて、(1)、(2)に答えよ。

- (1) 図 3 中の“売上明細”テーブルでは、セット商品扱いを想定した場合、問題点が二つある。それぞれの問題点について、40 字以内で述べよ。
- (2) “売上明細”テーブルに列を追加することで、(1)の問題点を解決することができる。このときの列の追加に関して、次の(a)、(b)に答えよ。
- (a) 列を追加した後のテーブル構造を答えよ。
- (b) 追加列名とその列に設定する値の説明を答えよ。

なお、解答欄はすべて埋まるとは限らない。

問3 関係データベースの性能に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

クレジットカード会社のC社では、カード決済の検査機能を強化することになった。C社で使用しているテーブルは大規模であり、情報システム部のFさんが関係データベース管理システム(RDBMS)のSQL文の性能測定を実施することになった。

〔RDBMSの主な仕様〕

RDBMSの物理構造とアクセス経路に関する主な仕様は、次のとおりである。

1. テーブルの行は、データページに格納される。異なるテーブルの行が、同じデータページに格納されることはない。また、1行が異なるデータページに格納されることはない。
2. 索引には、ユニーク索引と非ユニーク索引がある。ユニーク索引のキーは1行だけを指すのに対し、非ユニーク索引のキーは1行以上の行を指す。
3. 索引には、クラスタ索引と非クラスタ索引がある。キー値の順番と、キーが指す行の物理的な並び順が一致している場合をクラスタ索引と呼び、ランダムな場合を非クラスタ索引と呼ぶ。
4. アクセス経路は、RDBMSによって表探索又は索引探索に決められる。表探索では索引を使わずに先頭データページから全行を探索し、索引探索ではWHERE句中の述語に適した索引によって絞り込んでからデータページ中の行を読み込む。SQL文の実行によって得られる行を、結果行と呼ぶ。
5. 索引探索に使える述語は、次のとおりである。ここで、比較演算子は $=$ 、 $<$ 、 $>$ 、 $<=$ 、 $>=$ のいずれかである。
 - (1) 列名 比較演算子 比較値
 - (2) 列名 BETWEEN 比較値 AND 比較値

RDBMSのデータ入出力処理とログ出力処理に関する仕様は、次のとおりである。

1. データ入出力処理とログ出力処理は、4,096バイトのページ単位に行われる。
2. データ入出力処理において、磁気ディスク装置（以下、ディスクという）に対してデータページをランダムに入出力する場合、SQL処理中のCPU処理とデータ入出力処理は並行して行われない。この場合のデータ入出力処理を同期データ入出力処

理と呼び、SQL 処理時間は次の式で近似できる。

$$\text{SQL 処理時間} = \text{CPU 処理時間} + \text{同期データ入出力処理時間}$$

3. データ入出力処理において、ディスクに対してデータページを順次に入出力する場合、SQL 処理中の CPU 処理とデータ入出力処理は並行して行われる。この場合のデータ入出力処理を非同期データ入出力処理と呼び、SQL 処理時間は次の式で近似できる。ここで、関数 MAX は、引数のうち、大きい方の値を返す。

$$\text{SQL 処理時間} = \text{MAX}(\text{CPU 処理時間}, \text{非同期データ入出力処理時間})$$

4. テーブルごとに確保されたデータバッファが、変更データページによって一杯になった場合、データバッファの内容がディスクに出力される。
5. UPDATE 文によって行を変更した場合、変更前後の行全体がシステムによる回復用ログとしてログページに書き込まれ、システムに 1 個存在するログバッファに蓄えられる。次の事象 A～C のいずれかが発生したとき、ログ先行出力機能によって、ログページはデータページよりも先にディスクに出力される。
- 事象 A トランザクションが、コミットかロールバックを行った。
- 事象 B ログバッファが、ログページによって一杯になった。
- 事象 C データバッファが、変更データページによって一杯になった。
6. 同じディスクに対して、同時に入出力を行うことはない。また、データページが格納されているディスクとログページが格納されているディスクの間で競合は起きない。
7. データバッファとログバッファの大きさは、ともに 2,000 ページである。

〔測定用テーブルとその索引の設計〕

測定用テーブルとして、行長が異なる 2 個のテーブル、“TA”と“TB”を用意した。測定用テーブルについて、その大きさを表 1 に、列値の範囲と分布を表 2 に、索引の設計を表 3 に示す。

表 1 測定用テーブルの大きさ

テーブル名	行長 (バイト)	行数	全データページ数	1 ページ当たりの行数
TA	200	20,000,000	1,000,000	20
TB	2,000	2,000,000	1,000,000	2

表 2 測定用テーブルの列値の範囲と分布

列名	列値の範囲と分布
C1	“TA” テーブルは 1～2,000 万, “TB” テーブルは 1～200 万のそれぞれ重複がない整数
C2	“TA” テーブルは 1～2,000 万, “TB” テーブルは 1～200 万のそれぞれ重複がない整数
C3	1～4 のいずれかの整数。各列値に同数の行が存在する。
C4	1～1,000 のいずれかの整数。各列値に同数の行が存在する。
C5	整数。測定の前に、初期値 0 が設定される。
C6	固定長文字列。“TA” テーブルと “TB” テーブルとでは文字列長が異なる。

表 3 測定用テーブルの索引の設計

テーブル名	索引名	列名	索引キーの並び順	ユニーク性	クラスタ性
TA	TAX1	C1	昇順	ユニーク索引	クラスタ索引
TA	TAX2	C2	昇順	ユニーク索引	非クラスタ索引
TA	TAX3	C3	昇順	非ユニーク索引	非クラスタ索引
TB	TBX1	C1	昇順	ユニーク索引	クラスタ索引
TB	TBX2	C2	昇順	ユニーク索引	非クラスタ索引
TB	TBX3	C3	昇順	非ユニーク索引	非クラスタ索引

〔測定用 SQL 文の仕様と構文〕

測定用 SQL 文について、その仕様を表 4 に、構文を表 5 に示す。

表 4 測定用 SQL 文の仕様

SQL 文の名前	SQL 文の仕様
SQL1x	表探索によって、全データページを読み込む。全行が結果行である。
SQL2x	表探索によって、全データページを読み込む。結果行はない。
SQL3x	非クラスタ索引探索によって、1,000 行の結果行を得る。述語は 1 個。
SQL4x	C3 列と C4 列を組み合わせたグループごとに C5 列の合計値を求める。ただし、対象となるのは、グループ内の行数が 10 以上のグループだけである。
SQL5x	クラスタ索引探索によって 1,000 行の結果行を得て、索引が定義されていない列を更新する。述語は 1 個。UPDATE 文の実行後に COMMIT 文を発行する。
SQL6x	SQL5x の更新行数をホスト変数によって指定可能とする。述語は 1 個。
SQL7x	索引探索によって全体の 4 分の 1 に相当する結果行を得て、索引が定義されていない列を更新する。述語は 1 個。

注記 x が A の場合は “TA” テーブルを、B の場合は “TB” テーブルをアクセスする。

表 5 測定用 SQL 文の構文 (未完成)

SQL 文の名称	SQL 文の構文
SQL1A	SELECT * FROM TA
SQL2A	SELECT * FROM TA WHERE C4 < a
SQL3A	SELECT * FROM TA WHERE b
SQL4A	SELECT c FROM TA GROUP BY d HAVING e
SQL5A	UPDATE TA SET C5 = C5 + 1 WHERE C1 BETWEEN 1 AND 1000
SQL6A	UPDATE TA SET C5 = C5 + 1 WHERE C1 BETWEEN 1 AND :hv
SQL7A	UPDATE TA SET C5 = C5 + 1 WHERE C3 = :hv

注記 1 ISOLATION レベルは、READ COMMITTED であり、排他制御は行単位に行われる。

注記 2 SQL1B~SQL7B の各構文は、対応する SQL1A~SQL7A の TA を TB に替えたものである。

[SELECT 文の処理時間の測定]

SELECT 文の処理時間の一部を表 6 に示す。測定では、索引ページはすべてバッファヒットさせ、SELECT 文の結果行は外部ファイルに出力していない。

表 6 SELECT 文の処理時間の一部 (秒)

“TA” テーブル			“TB” テーブル		
SQL 文の名称	SQL 処理	CPU 処理	SQL 文の名称	SQL 処理	CPU 処理
SQL1A	2,010	2,010	SQL1B	1,000	210
SQL2A	1,000	10	SQL2B	1,000	10
SQL3A	10.1	0.1	SQL3B	10.1	0.1

注記 繰返し測定し、値はその平均値で求めた。0.1 秒未満は四捨五入した。

F さんは、表 6 の SELECT 文の処理時間について次のように分析した。

分析 A

SQL1A と SQL2A のデータ入出力処理は、 データ入出力処理である。データ入力処理時間は、 秒である。全データページを順次にデータバッファに入力するのに必要な CPU 処理時間は 10 秒であるから、全行をデータバッファからプログラム内に移動するのに必要な CPU 処理時間は、 秒である。SQL1A に述語 C4<:hv を指定する WHERE 句を追加して結果行を減らせば、SQL 処理時間は短くなるが、 行以下に減らしても 秒より短くはならない。表探索によって “TA” テーブルから N 個の結果行を得るのに必要

な SQL 処理時間 T1 は、次の実験式で表せる。

$$T1 = \text{MAX}(10 \text{ 秒} + 0.1 \text{ ミリ秒/行} \times N \text{ 行}, 1 \text{ ミリ秒/ページ} \times \boxed{k} \text{ ページ})$$

分析 B

SQL3A のデータ入出力処理は、 $\boxed{\ell}$ データ入出力処理である。最大で $\boxed{m}$ ページをランダムに入力したときのデータ入力処理時間は、10 秒である。非クラスタ索引探索によって、“TA” テーブルから N 個の結果行を得るのに必要な SQL 処理時間 T2 は、次の実験式で表せる。ただし、N は 1,000 以下とし、また、データページはバッファヒットしないものとする。

$$T2 = 0.1 \text{ ミリ秒/行} \times N \text{ 行} + 10 \text{ ミリ秒/ページ} \times \boxed{n} \text{ ページ}$$

[UPDATE 文の処理時間の測定]

F さんの上司である G 氏から、UPDATE 文の処理時間の測定に対して次のような要望があった。

- 要望① UPDATE 文を含むトランザクションを並行して実行するとデッドロックが起きる場合がある。デッドロックを意図的に起こさせる試験を追加してほしい。
- 要望② テーブルの全行更新処理が予想される。テーブルを区分に物理分割した場合を検討し、ログ出力処理時間を考慮した SQL 処理時間を推定してほしい。

F さんは、まず SQL6x を測定し、クラスタ索引探索によって N 行を更新する場合の SQL 処理時間 T3 を推定する実験式を考えた。ここで、データページの 1 ページ中の全行を更新するごとにログページが 2 ページ出力されるものとする。

$$T3 = \text{MAX}(0.2 \text{ ミリ秒/行} \times N \text{ 行}, 1 \text{ ミリ秒/ページ} \times \text{入出力データページ数}) \\ + 1 \text{ ミリ秒/ページ} \times \text{出力ログページ数}$$

次に、“TA” テーブルと “TB” テーブルをそれぞれ次のように区分に物理分割し、処理時間を短縮するために区分別の UPDATE 文を並行して実行させることを考えた。

1. C3 列を区分キーとして、テーブルを四つの区分に物理分割する。
2. データ入出力処理が競合しないように、各区分を異なるディスクに配置する。
3. 索引の TAX3 と TBX3 がクラスタ索引になるように、各テーブルの行を並べ替える。
4. ホスト変数に区分キーのいずれかの値を指定した四つの SQL7x を区分別に作成する。SQL7x は、それぞれ該当区分の全行を更新する。
5. UPDATE 文は、カーソルを使用し、1,000 行を更新するごとにコミットする。

そして、“TA” テーブルと “TB” テーブルを物理分割せずに全行更新する場合と、物理分割した上で、1 区分だけを全行更新する場合と、全区分を並行して全行更新する場合の各 UPDATE 文の処理時間を、実験式を用いて推定し、表 7 に示した。

表 7 UPDATE 文の処理時間（秒）（未完成）

SQL 文 の名前	並 行 数	“TA” テーブル				“TB” テーブル			
		SQL 処理	CPU 処理	データ入 出力処理	ログ出 力処理	SQL 処理	CPU 処理	データ入 出力処理	ログ出 力処理
SQL6x	1	6,000	4,000	2,000	2,000	4,000	400	2,000	2,000
SQL7x	1	1,500	1,000	500	500	1,000	100	500	500
SQL7x	4		1,000	500	o		100	p	q

注記 1 は表示していない。

注記 2 並行数は、並行して実行する UPDATE 文の数を示す。

注記 3 1 秒未満は四捨五入した。

設問 1 〔測定用 SQL 文の仕様と構文〕における SQL 文について、表 5 の SQL 文中の

a ~ e に入れる適切な字句を答えよ。

設問 2 〔SELECT 文の処理時間の測定〕における F さんの分析 A と分析 B について、

本文中の f ~ n に入れる適切な字句を答えよ。

設問 3 〔UPDATE 文の処理時間の測定〕における G 氏の要望について、(1)～(3)に答えよ。

- (1) 要望①に対応するために、F さんは SQL5A とデッドロックが起きる可能性がある UPDATE 文の例を次のように作成した。この SQL 文中の ア に入れる適切な字句を答えよ。また、このときにデッドロックが起きる理由を、35 字以内で述べよ。ここで、WHERE 句の述語 1 個だけで 1,000 行を更新し、かつ、アクセス経路は索引探索に限るものとする。

UPDATE TA SET C5 = C5 + 1 WHERE ア

- (2) 要望②に対応するために推定した表 7 中の o ~ q に入れる適切な字句を答えよ。

- (3) SQL6A を実行したとき、ログ先行出力機能の動作条件である事象 A～Cのうち、発生しない事象がある。発生しない事象を記号で答え、その理由を本文中の用語を用いて、25 字以内で述べよ。ここで、ほかに実行中の更新処理はないものとする。

〔メモ用紙〕

〔メモ用紙〕

午

〔メモ用紙〕

7. 退室可能時間に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	13:10 ～ 13:50
--------	---------------

8. 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。
9. 問題冊子の余白などは、適宜利用して構いません。
10. 試験時間中、机上に置けるもの及び使用できるものは、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（アラームなど時計以外の機能は使用不可）、ハンカチ、ティッシュ
これら以外は机上に置けません。使用もできません。
11. 試験終了後、この問題冊子は持ち帰ることができます。
12. 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。
13. 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。
14. 午後Ⅱの試験開始は 14:30 ですので、14:10 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。

お知らせ

1. システムの構築や試験会場の確保などの諸準備が整えば、平成 23 年 11 月から IT パ
スポート試験において CBT*方式による試験を実施する予定です。
2. CBT 方式による試験の実施に伴い、現行の筆記による試験は、廃止する予定です。
3. 詳細が決定しましたら、ホームページなどでお知らせします。

※CBT（Computer Based Testing）：コンピュータを使用して実施する試験。