

平成 29 年度 春期
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. 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 3
選択方法	2 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、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。○印がない場合は、採点されません。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〕
 - (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。

選択欄	
2 問 選 択	問 1
	問 2
	問 3

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。

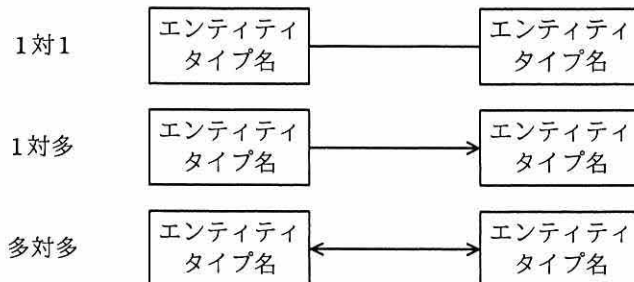
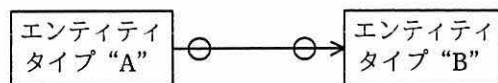


図 1 エンティティタイプとリレーションシップの表記ルール

(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

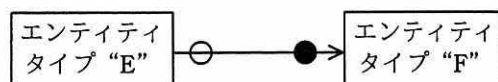
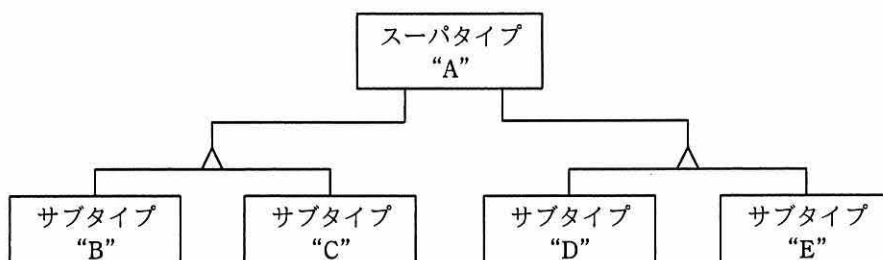


図 2 対応関係にゼロを含むか否かを区別して表現する場合の表記ルール

(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> , 属性名 2, … …, 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 データベースの設計に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

D社は、グループウェア（以下、GWという）を主力商品とするソフトウェア開発会社である。D社では現在、次期のGWを開発しており、S君がデータベースの設計を行っている。

〔GWの主な機能〕

1. 利用者管理機能

GWでは、ユーザ、グループなどを用いてGWの利用者の情報を管理する。

- (1) ユーザとは、GW上の利用者である。GWの利用者は、GW上でユーザ登録を行い、ユーザID及びパスワードを使用してGWにログインし、GWの各機能を利用する。
- (2) グループとは、GW上の組織である。例えば、営業部、経理部などである。グループには、上位のグループを一つ定めることができる。
- (3) ロールとは、GW上の役割である。例えば、経理担当者、経理責任者などである。ロールは、ロールIDで一意に識別し、ロール名をもつ。
- (4) ユーザは、一つのグループに必ず所属し、これを主務グループと呼ぶ。ユーザは、一つ又は複数のグループに兼務として所属することができる。また、ユーザには、必要に応じて一つ又は複数のロールを付与でき、一つのロールを複数のユーザに付与することもできる。

なお、上位のグループの中には、ユーザが一人も所属しないグループが存在する。

2. 予約機能

GWでは、スケジュール予約及び設備予約を行うことができる。例えば、打合せを行う場合に、出席者のスケジュール予約と会議室の設備予約を行うことができる。

- (1) スケジュール予約とは、ユーザ自身又は他のユーザのスケジュールを予約する機能である。スケジュールを予約されたユーザは、そのスケジュールに参加するか否かを回答することができる。
- (2) 設備予約とは、会議室、プロジェクタなど、あらかじめGWに登録された設備を予約する機能である。設備には、必要に応じて、当該設備の管理を行うグル

ープを一つ定めることができる。

- (3) スケジュール予約及び設備予約は、それぞれを同時に予約することも、いずれか一方を予約することもできる。

3. コミュニケーション機能

GW には、ユーザ間で直接メッセージをやり取りするメッセージ機能、及び特定のテーマに関してユーザ同士で議論できる電子会議機能が備えられている。

- (1) ユーザは、1 人又は複数のユーザにメッセージを送信することができる。送信先のユーザがメッセージを開封すると、開封日時が記録される。
- (2) 電子会議とは、GW 上の会議の単位である。電子会議には、例えば“プロジェクトの利用について”などの議題が定められる。ユーザは、新たな電子会議を作成することができる。
- (3) 投稿とは、ユーザが電子会議上に文章を書き込むことである。
- (4) 分野とは、電子会議を分類する単位である。例えば、総務、営業などである。電子会議は、いずれか一つの分野に属し、分野ごとに定められた表示順に従って一覧表示される。

4. ワークフロー機能

GW には、簡易なワークフロー機能があり、申請及び承認の流れを定義し、定型業務として利用できる。

- (1) 申請ひな形とは、各種申請のテンプレートである。例えば、経費申請、交通費申請などの種類がある。
- (2) 決裁ルートとは、申請ひな形ごとに定められた、申請を処理する承認経路であり、一つ以上のステップによって構成される。
- (3) ステップには、承認可能なユーザ、グループ又はロールを指定する。ユーザ、グループ又はロールのいずれで指定されているかは、承認者区分で識別する。
- (4) ユーザは、申請ひな形を指定して各種申請を行うことができる。申請を行うと、決裁ルートの最初のステップに進む。
- (5) 決裁ルートの各ステップに指定されている承認者は、自身が処理すべき申請に対して、承認処理として次のいずれかの処理を行う。

・承認 : 最後のステップでは、申請状態を決済にする。それ以外のステップでは、次のステップに進める。

- ・ 差戻し：一つ前のステップに戻る。ただし、最初のステップでは、差戻しができない。
 - ・ 否認：申請状態を否認済にする。
- (6) 申請を行ったユーザは、申請中の申請を取り消すことができる。取消しを行うと、申請状態は取消済となる。
- (7) 承認処理を行うと、その都度処理内容がデータベースに新規登録される。
- なお、ステップの承認者をグループ又はロールで指定している場合、そのステップで複数のユーザが同時に承認処理を行うことはできない。

ワークフロー機能の決裁ルート例を図1に、承認画面の例を図2に示す。

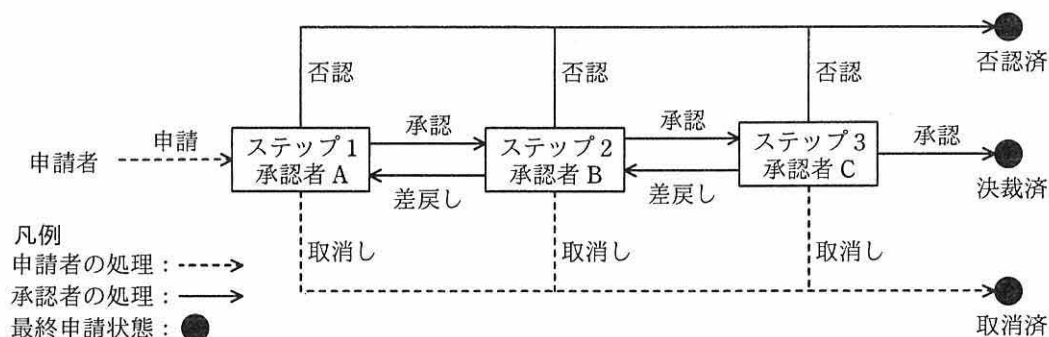


図1 決裁ルートの例

交通費申請 申請連番：123456 申請者：鈴木一郎 申請日時：2017-03-21 16:18				
申請内容：〇〇駅→△△駅 195円 〇△ビルでの先方との打合せ(2017年3月21日)				
承認状況：				
承認者	ステップ番号	承認日時	承認処理結果	コメント
山田太郎	1	2017-03-22 10:29	承認	OKです
田中二郎	2	2017-03-23 15:47	承認	OK
承認者：高橋三郎 ステップ番号：3				
コメント： 承認します 承認 差戻し 否認				

図2 承認画面の例

〔データモデルの設計〕

S 君は、概念データモデル（図 3）及び関係スキーマ（図 4）の設計を行った。

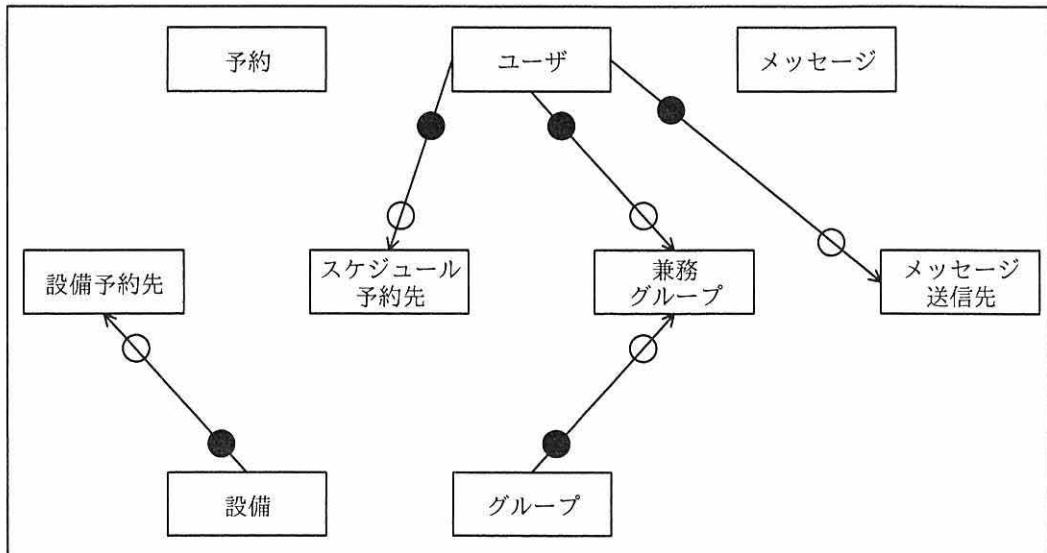


図 3 S 君が設計した概念データモデル（未完成）

グループ（グループ ID, グループ名, 上位グループ ID）
 ユーザ（ユーザ ID, 氏名, メールアドレス, パスワード, a）
 兼務グループ（ユーザ ID, グループ ID）
 設備（設備 ID, 設備名, b）
 メッセージ（メッセージ ID, メッセージ本文, c, 送信日時）
 メッセージ送信先（メッセージ ID, d, e）
 電子会議投稿（電子会議番号, 議題, 分野番号, 分野名, 表示順, 作成者ユーザ ID, 投稿番号, 投稿本文, 投稿者ユーザ ID）
 予約（予約番号, 予約開始日時, 予約終了日時, 予約内容, 予約者ユーザ ID）
 設備予約先（予約番号, 設備 ID）
 スケジュール予約先（予約番号, 予約先ユーザ ID, f）
 申請ひな形（申請ひな形番号, 申請種類）
 決裁ルート（申請ひな形番号, ステップ番号, 承認者区分, 承認ユーザ ID, 承認グループ ID）
 申請（申請ひな形番号, 申請連番, 申請内容, 申請者ユーザ ID, 申請日時, 申請状態, 取消日時）
 承認（申請ひな形番号, 申請連番, ステップ番号, 承認連番, 承認処理結果, コメント, 承認者ユーザ ID, 承認日時）

図 4 S 君が設計した関係スキーマ（未完成）

図 4 の関係スキーマの主な属性とその意味・制約を，表 1 に示す。

表 1 主な属性とその意味・制約

属性名	意味・制約
上位グループ ID	上位のグループのグループ ID。上位のグループが存在しない場合は NULL となる。
メッセージ ID	メッセージを一意に識別する文字列
電子会議番号	電子会議を一意に識別する番号
議題	電子会議のタイトル
分野番号	分野を一意に識別する番号
分野名	分野の名称
表示順	電子会議を一覧表示する際の順序を表す数値。一つの分野内で表示順が重複することはない。表示順の見直しによって値が変更されることがある。
作成者ユーザ ID	電子会議を作成したユーザのユーザ ID
投稿番号	電子会議番号との組合せで投稿を一意に識別する番号
投稿本文	投稿された文章
投稿者ユーザ ID	投稿したユーザのユーザ ID
申請ひな形番号	申請ひな形を一意に識別する番号
ステップ番号	申請ひな形番号との組合せで決裁ルートของ ステップを一意に識別し，決裁ルートにおける承認順序を定義する番号
申請連番	申請ひな形番号との組合せで申請を一意に識別する番号
申請状態	申請中，否認済，決裁済，取消済のいずれか
承認連番	申請ひな形番号ごと・申請連番ごとに 1 から始まり，承認処理を行うごとに 1 ずつ加算される番号
承認者ユーザ ID	承認処理を行ったユーザのユーザ ID。承認者区分がグループ指定又はロール指定の場合は，実際に承認処理を行ったユーザのユーザ ID が記録される。

〔T 部長の指摘事項〕

S 君の上司である T 部長は，S 君が設計した成果物を確認し，次の事項を指摘した。

指摘事項①：ロールを管理するデータ構造が設計されていないので，ロールを用いて承認者を指定することができない。

指摘事項②：承認処理を行う際に，不具合が発生するおそれがある。

設問 1 関係“電子会議投稿”について、(1)、(2)に答えよ。

- (1) 関係“電子会議投稿”の候補キーを全て答えよ。また、部分関数従属性、推移的関数従属性の有無を、“あり”又は“なし”で答えよ。“あり”の場合は、次の表記法に従って、その関数従属性の具体例を一つ示せ。

関数従属性	表記法
部分関数従属性	属性 1→属性 2
推移的関数従属性	属性 3→属性 4→属性 5

なお、候補キー及び表記法に示されている属性 1、属性 3、属性 4 が複数の属性から構成される場合は、{ } でくくること。

- (2) 関係“電子会議投稿”は、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答えよ。また、第 3 正規形でない場合は、第 3 正規形に分解し、主キー及び外部キーを明記した関係スキーマを示せ。

設問 2 図 3、4 及び表 1 について、(1)、(2)に答えよ。

- (1) 図 4 中の a ～ f に入れる適切な属性名を答えよ。また、主キーを構成する属性の場合は実線の下線を、外部キーを構成する属性の場合は破線の下線を付けること。
- (2) 図 3 のエンティティタイプ間のリレーションシップを全て記入せよ。また、リレーションシップには、エンティティタイプ間の対応関係にゼロを含むか否かの表記(“○”又は“●”)も記入すること。

なお、図 3 に表示されていないエンティティタイプは考慮しなくてよい。

設問 3 [T 部長の指摘事項] について、(1)、(2)に答えよ。

- (1) 指摘事項①に対応するために、新たな関係を二つ追加し、既存の関係に属性を一つ追加することにした。新たに追加する関係の主キー及び外部キーを明記した関係スキーマ、属性を追加する関係名及び追加する属性名を答えよ。
- (2) 指摘事項②の不具合はどのようなときに発生するか。その状況を、具体的に 40 字以内で述べよ。また、不具合に対応するために、関係を一つ修正することにした。修正後の関係の主キー及び外部キーを明記した関係スキーマを答えよ。

なお、修正後の関係スキーマは、第 3 正規形の条件を満たしていること。

問2 トランザクションの排他制御に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

Y社は、オフィスじゅう器メーカーである。現在、在庫管理システムのアプリケーションプログラム（以下、APという）の改修を実施している。

〔在庫管理システムのテーブル〕

在庫管理システムの主なテーブル構造を、図1に示す。各テーブルには主索引が定義されている。

倉庫（ <u>倉庫コード</u> ，倉庫名）
組立工場（ <u>工場コード</u> ，工場名，所在地， <u>隣接倉庫コード</u> ）
定期便（ <u>便番号</u> ， <u>発送年月日</u> ， <u>発送元倉庫コード</u> ， <u>発送先倉庫コード</u> ）
部品（ <u>部品番号</u> ，部品名，部品単価）
在庫（ <u>倉庫コード</u> ， <u>部品番号</u> ， <u>倉庫内在庫数量</u> ， <u>出庫対象在庫数量</u> ）
出庫（ <u>出庫番号</u> ， <u>出庫年月日</u> ， <u>出庫元倉庫コード</u> ， <u>出庫先倉庫コード</u> ， <u>出庫先工場コード</u> ， <u>部品番号</u> ， <u>出庫数量</u> ， <u>出庫便番号</u> ， <u>処理状況</u> ）

図1 主なテーブル構造

〔在庫管理業務の概要〕

- (1) 各地の生産拠点には、組立工場と、これに隣接する倉庫がそれぞれ一つ配置されている。
- (2) 倉庫からの部品の出庫には、倉庫から隣接する組立工場に出庫する場合と、倉庫から他の生産拠点の倉庫に出庫する場合がある。
- (3) 倉庫は、倉庫コードで一意に識別され、組立工場は、工場コードで一意に識別される。生産拠点を識別するコードは存在しない。
- (4) 定期便は、倉庫間で部品を配送する便であり、便番号で一意に識別される。
- (5) 部品は、部品番号で一意に識別される。
- (6) 部品の在庫は、倉庫と部品の組合せで、その数量をもつ。倉庫内に存在する在庫を、倉庫内在庫と呼ぶ。このうち、隣接する組立工場又は他の生産拠点の倉庫に向けて出庫対象となったものを、出庫対象在庫と呼ぶ。
- (7) 出庫要求とは、倉庫に対して部品の出庫を要求することである。“出庫”テーブルに出庫要求の内容が登録され、処理状況に‘要求発生’が記録される。出庫番号

は、出庫要求の発生順の一意な連番である。組立工場が出庫要求する場合、出庫先倉庫コード及び出庫便番号の値は NULL となり、出庫先工場コードが記録される。他の生産拠点の倉庫が出庫要求する場合、出庫先工場コードは NULL となり、出庫先倉庫コードが記録され、出庫便番号には該当する定期便の便番号が記録される。

- (8) 在庫引当とは、出庫要求に応じて倉庫内の在庫を引き当てることである。在庫引当 AP は、毎日の業務中に定期的に実行され、その時点で登録されている出庫要求を処理する。指定された倉庫コード、部品番号、出庫数量の出庫が可能かどうかチェックし、出庫可能であれば出庫対象在庫数量を更新する。在庫引当が完了したら、処理状況は‘引当実施’に更新される。
- (9) 出庫とは、出庫要求に従って、倉庫から部品を出すことである。出庫は多頻度で行われるので、出庫ごとに在庫は更新されず、出庫確定 AP でまとめて更新される。
- (10) 出庫確定 AP は、毎日の業務終了時に実行される。“出庫”テーブルの処理状況が‘引当実施’のものを対象に、倉庫内在庫数量及び出庫対象在庫数量が更新され、処理が完了したら、処理状況は‘出庫実施’に更新される。
- (11) 入庫とは、他の生産拠点の倉庫で出庫された部品を倉庫に入れることである。入庫による在庫の更新は、在庫引当 AP 及び出庫確定 AP と同時に実行されることはない。

[RDBMS の排他制御]

- (1) 在庫管理システムの RDBMS で選択できるトランザクションの ISOLATION レベルとその排他制御は、表 1 のとおりである。

ロックは行単位で掛ける。共有ロックが掛かっている間、他のトランザクションからの対象行の参照は可能であり、更新は共有ロックの解放待ちとなる。専有ロックが掛かっている間、他のトランザクションからの対象行の参照、更新は専有ロックの解放待ちとなる。

表1 トランザクションの ISOLATION レベルとその排他制御

ISOLATION レベル	排他制御
READ COMMITTED	データ参照時に共有ロックを掛け、参照終了時に解放する。 データ更新時に専有ロックを掛け、トランザクション終了時に解放する。
REPEATABLE READ	データ参照時に共有ロックを掛け、トランザクション終了時に解放する。 データ更新時に専有ロックを掛け、トランザクション終了時に解放する。

- (2) 索引を使わずに、テーブルスキャンで全ての行に順次アクセスする場合、検索条件に合致するか否かにかかわらず全行がロック対象となる。索引スキャンの場合、索引から読み込んだ行だけがロック対象となる。

〔分析機能の追加〕

適切な生産計画を立てるために、部品ごとに在庫数量、出庫数量の日別の推移状況を見たいという要望があり、そのための集計 AP を追加した。集計 AP で実行する SQL の一部を、表 2 に示す。SQL1 は各部品の出庫年月日ごとの出庫数量を集計する。また、SQL1 では、出庫が全くない部品も集計対象とする。SQL2 は、各部品の倉庫間の出庫について、出庫年月日、出庫元倉庫、出庫先倉庫ごとに在庫数量を集計する。

表2 集計 AP で実行する SQL の構文（未完成）

SQL	SQL の構文
SQL1	SELECT B.部品番号, S.出庫年月日, a FROM 在庫 AS B b 出庫 AS S ON B.倉庫コード = S.出庫元倉庫コード AND B.部品番号 = S.部品番号 AND S.出庫年月日 >= '2016-04-01' AND S.出庫年月日 < '2017-04-01' c
SQL2	SELECT 部品番号, 出庫年月日, 出庫元倉庫コード, 出庫先倉庫コード, SUM(出庫数量) FROM 出庫 WHERE d IS e AND 出庫年月日 >= '2016-04-01' AND 出庫年月日 < '2017-04-01' GROUP BY 部品番号, 出庫年月日, 出庫元倉庫コード, 出庫先倉庫コード

〔在庫引当 AP の改修〕

在庫管理システムでは、トランザクションの ISOLATION レベルを REPEATABLE READ として設計、運用していた。システムの改修に当たり、在庫引当 AP のラン

ザクシヨンの ISOLATION レベルを READ COMMITTED に変更することにした。
ISOLATION レベルの変更で問題が発生しないように在庫引当 AP を改修した。

改修前の在庫引当 AP は図 2, 改修後の在庫引当 AP は図 3 のとおりである。これらの AP の実行に先立って, “出庫” テーブルの処理状況が ‘要求発生’ の行を抽出し, 出庫先倉庫ごとに分割したファイルを作成する。それぞれのファイルのレコードは, 出庫番号順に記録されている。作成したファイルを入力として, 在庫引当 AP を並列実行している。在庫引当 AP は, 入力ファイルのレコードごとに繰り返し実行される。

なお, 図 2, 3 中のホスト変数 hv0 は出庫番号, hv1 は出庫元倉庫コード, hv2 は部品番号, hv3 は出庫数量を表す。hv4 と hv5 は, 検索結果を返す出力ホスト変数を表す。

入力ファイルから hv0, hv1, hv2, hv3 の値を設定する。

- ① SELECT 倉庫内在庫数量, 出庫対象在庫数量 INTO :hv4, :hv5 FROM 在庫
WHERE 倉庫コード = :hv1 AND 部品番号 = :hv2
hv4 - hv5 と hv3 を比較し, 出庫が可能な場合だけ以降を実行する。
- ② UPDATE 在庫 SET 出庫対象在庫数量 = 出庫対象在庫数量 + :hv3
WHERE 倉庫コード = :hv1 AND 部品番号 = :hv2
- ③ UPDATE 出庫 SET 処理状況 = '引当実施' WHERE 出庫番号 = :hv0
- ④ COMMIT

図 2 REPEATABLE READ で実行していた改修前の在庫引当 AP

入力ファイルから hv0, hv1, hv2, hv3 の値を設定する。

```
DECLARE 在庫カーソル CURSOR
  FOR SELECT 倉庫内在庫数量, 出庫対象在庫数量
  FROM 在庫 WHERE 倉庫コード = :hv1 AND 部品番号 = :hv2 FOR UPDATE
OPEN 在庫カーソル
FETCH 在庫カーソル INTO :hv4, :hv5
hv4 - hv5 と hv3 を比較し, 出庫が可能な場合だけ以降を実行する。
UPDATE 在庫 SET 出庫対象在庫数量 = 出庫対象在庫数量 + :hv3
  WHERE f OF 在庫カーソル
CLOSE 在庫カーソル
UPDATE 出庫 SET 処理状況 = '引当実施' WHERE 出庫番号 = :hv0
COMMIT
```

注記 在庫カーソルに FOR UPDATE を指定した場合, FETCH された行に専有ロックが掛かる。

図 3 READ COMMITTED で実行する改修後の在庫引当 AP (未完成)

〔出庫確定 AP の改修〕

出庫確定 AP の処理に掛かる時間を短縮するために、出庫確定 AP を並列に多重プロセスで実行するように変更することにした。“出庫”テーブルの出庫番号の値の範囲指定で各プロセスに均等に配分して、REPEATABLE READ で並列実行する。出庫確定 AP の概要は、図 4 のとおりである。

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. “出庫”テーブルに登録されている、指定された範囲内の出庫番号の昇順に、各行ごとに次の 2 の処理を行う。2. “出庫”テーブルを参照して、処理可否を判定する。処理状況が‘引当実施’の場合だけ次の 2-1～2-3 を実行する。<ol style="list-style-type: none">2-1. “在庫”テーブルの倉庫内在庫数量を更新（出庫数量分を減算）する。2-2. “在庫”テーブルの出庫対象在庫数量を更新（出庫数量分を減算）する。2-3. “出庫”テーブルの処理状況を‘出庫実施’に更新する。3. “出庫”テーブルの指定された範囲内の全ての行の処理が完了したら、COMMIT する。 |
|--|

図 4 出庫確定 AP の概要

設問 1 〔分析機能の追加〕について、表 2 中の

a

 ～

e

 に入れる適切な字句を答えよ。

設問 2 〔在庫引当 AP の改修〕について、(1)～(3)に答えよ。

- (1) 図 2 の改修前の在庫引当 AP が、REPEATABLE READ で複数同時に実行されるとデッドロックが発生するおそれがある。どのような場合にデッドロックが発生するか、AP 間の SQL の実行状況を、図 2 中の丸数字を用いて 60 字以内で述べよ。
- (2) 図 2 の改修前の在庫引当 AP が、READ COMMITTED で同じ倉庫の同じ部品に対して複数同時に実行されると、在庫数量が不正になるおそれがある。在庫数量が不正になる AP の実行状況を図 5 に示す。不正になるのは、AP2 の①～④の各 SQL が、t2, t4, t6, t8 のどの時間帯で実行された場合か、該当する時間帯に①～④を記入せよ。ここで、一つの時間帯に複数の SQL を実行できる。

また、この状況が発生した場合の、在庫数量が不正とは具体的にどのような状態か、30 字以内で述べよ。

	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8
AP1	①		②		③		④	
AP2								

注記 AP1：先行している AP

AP2：問題を引き起こす AP（未記入）

t1～t8：時間帯を示す記号。t1 から t8 の向きに時間が流れる。

①～④：図 2 中の SQL を示す丸数字

図 5 在庫数量が不正になる AP の実行状況

(3) 図 3 中の に入れる適切な字句を答えよ。

設問 3 「出庫確定 AP の改修」について、(1), (2)に答えよ。

(1) 並列に実行するように変更したが、スループットはさほど向上しなかった。

ボトルネックはどこにあるかを説明する次の記述について、 ～

に入れる適切な字句を答えよ。

複数の出庫を並列に処理することになるが、同じ と

に対する出庫が複数存在するので、“” テーブルの更新で

が発生する。

(2) (1)のボトルネックを解消するためには出庫確定 AP をどのように変更する

必要があるかを説明する次の記述について、 ～ に入

れる適切な字句を答えよ。

出庫番号ではなく、 と の組合せの値の範囲指定で各

プロセスに配分するように変更する。また、図 4 の 1 で、出庫番号の昇順で

はなく、 と の昇順に処理を行うように変更する。

“” テーブルの “” 列と “” 列に、複数

列索引を定義しておく。

なお、この索引を定義していない場合、自プロセスの対象行かを判定する

ための参照が となるので、他プロセスが した行を参

照しようとしてロックの解放待ちとなり、別のボトルネックが生じる。

問3 テーブル及び SQL の設計に関する次の記述を読んで、設問 1, 2 に答えよ。

A 社は、全国の主要都市に家電販売チェーン店を展開している。A 社では、RDBMS の機能を用いて販売分析支援システム（以下、システムという）を運用しており、F さんがテーブル及び SQL の設計を見直すことになった。

〔業務の概要〕

- (1) 店舗は、営業本部の下で全国展開され、店舗コードで識別される。
- (2) 店舗で販売を担当する社員は、いずれか一つの店舗に配属され、社員 ID で識別される。各店舗には複数の社員が配属される。
- (3) 商品は、商品コードで識別される。

〔システムの概要〕

1. 主なテーブル構造

主なテーブル構造を、図 1 に示す。ここで、テーブルの行は追加された順に並び、同じページに異なるテーブルの行が格納されることはない。また、索引のキー順に、ページ単位で順次又はランダムに磁気ディスク装置（以下、ディスクという）からバッファに読み込まれる。

店舗（ <u>店舗コード</u> ，店舗名，住所，代表電話番号，…）
商品（ <u>商品コード</u> ，商品名，商品分類コード，…）
月別売上（ <u>売上年月</u> ， <u>店舗コード</u> ， <u>商品コード</u> ，売上額，販売数，…）
社員配属先（ <u>社員 ID</u> ，社員名， <u>店舗コード</u> ，…）
社員連絡先（ <u>社員 ID</u> ，電話番号 1，電話番号 2）

注記 売上年月列のデータ型は、YYYYMM 形式の CHAR(6)型である。

図 1 主なテーブル構造（一部省略）

2. システムの運用の概要

- (1) 各店舗は、閉店後の夜間に当日の売上明細ファイルを、システムに送信する。
- (2) システムは、各店舗から送信された売上明細ファイルのデータを店舗コード別商品コード別に集計し、翌朝までに“月別売上”テーブルに反映させる。

- (3) 営業本部の担当者は、システムを用いて販売分析を行う。また、担当者は店舗の社員に電話をかけて販売状況を問い合わせることがある。

3. 営業本部からの要望及び対応の方針

営業本部からの要望のうち、F さんに対応を任せられた要望と、F さんによる対応の方針は、次のとおりである。F さんがこれらの方針に従って変更した二つのテーブル構造を、図 2 に示す。

要望 1 売上データの分析を行うための照会の応答時間を改善してほしい。

方針 1 “月別売上” テーブルを、“月別売上 B” テーブルのように変更する。

要望 2 社員連絡先の電話番号を 3 個以上登録できるようにしてほしい。

方針 2 “社員連絡先” テーブルに新たな列を追加するのではなく、“社員連絡先 B” テーブルのように変更する。

月別売上 B (<u>売上年</u> , <u>店舗コード</u> , <u>商品コード</u> , 売上額 1 月, 販売数 1 月, 売上額 2 月, 販売数 2 月, 売上額 3 月, 販売数 3 月, …, 売上額 12 月, 販売数 12 月, …) 社員連絡先 B (<u>社員 ID</u> , <u>表示順</u> , 電話番号)

注記 売上年列のデータ型は YYYY 形式の CHAR(4)型で、表示順列は SMALLINT 型とする。

図 2 変更した二つのテーブル構造（一部省略）

〔“月別売上” テーブルの構造の変更〕

F さんは、“月別売上” テーブルの構造の変更を、次のように検討した。

1. “月別売上” テーブルには、行が主索引のキー順にロードされている。その全行をアンロードしたファイルを、“月別売上 B” テーブルの構造に従って変換し、“月別売上 B” テーブルに主索引のキー順にロードした。
2. RDBMS の機能を用いて、テーブルの統計情報を取得した。“月別売上” テーブルと“月別売上 B” テーブルの統計情報及び索引定義情報を、表 1 に示す。
3. 次の二つの分析処理を選び、照会の応答時間を評価した。その指標として、各分析処理に必要なディスクからの読み込み行数及び読み込みページ数を、表 1 の統計情報を基に比較した。

分析処理 1 指定した 1 店舗について、任意の 1 年間の売上データを分析する。

分析処理 2 指定した 1 商品について、任意の月の売上データを分析する。

表1 “月別売上”テーブルと“月別売上B”テーブルの統計情報及び索引定義情報

テーブル名	行数	1 ページ当たりの行数	列名	列値個数	主索引	副次索引
月別売上	360,000,000	100	売上年月	60	1A	1A
			店舗コード	200	2A	3A
			商品コード	30,000	3A	2A
月別売上 B		30	売上年		1A	1A
			店舗コード	200	2A	3A
			商品コード	30,000	3A	2A

注記1 主索引、副次索引の数字は索引キーに定義される列の順番を示し、A は昇順を示す。

注記2 網掛け部分は表示していない。

- (1) 表1の二つのテーブルでは、複数行を索引のキー順に読み込む場合、アクセス経路が **ア** 索引のとき、ページは順次に読み込まれるが、アクセス経路が **イ** 索引のとき、1行当たり1ページがランダムに読み込まれる。

- (2) 分析処理1では、分析に必要な“月別売上”テーブルの1店舗当たりの年間平均行数は、**ウ** 行である。これらの行を、主索引を用いてディスクから読み込むとき、最小限 **エ** ページ読み込む必要がある。

一方、“月別売上B”テーブルの1店舗当たりの年間平均行数は、指定した1年間が年をまたがらなければ、**オ** 行である。これらの行を、主索引を用いてディスクから読み込むとき、最小限 **カ** ページを読み込めばよい。しかし、その1年間が年をまたがれば、読み込みページ数は **キ** 年間分の **ク** ページに増える。

- (3) 分析処理2では、分析に必要な行数は、二つのテーブルとも1商品コード当たり最大 **ケ** 行である。これらの行を、副次索引を用いてディスクから読み込むとき、最大 **コ** ページ読み込む必要がある。

4. プログラム中のSQLへの影響を調べた。調べたのは、同じ年の二つの月、例えば、2017年1月と2017年2月の売上額の差を求めるSQLで、その構文を表2中のSQL1に示す。テーブル構造を変更した後で、SQL1と同じ結果行を得るために、実行の都度、比較する年月に対応したSQLの構文を組み立て、動的SQLで実行することにした。その構文を表2中のSQL2に示す。

表 2 同じ年の二つの月の売上額の差を求める SQL の構文（未完成）

SQL	SQL の構文
SQL1	SELECT Y.店舗コード, Y.商品コード, Y.売上額 - X.売上額 FROM 月別売上 X INNER JOIN 月別売上 Y ON X.店舗コード = Y.店舗コード AND X.商品コード = Y.商品コード WHERE X.売上年月 = :hv1 AND Y.売上年月 = :hv2 ORDER BY Y.店舗コード, Y.商品コード
SQL2	SELECT 店舗コード, 商品コード, a FROM 月別売上 B WHERE b ORDER BY 店舗コード, 商品コード

注記 ホスト変数の hv1 及び hv2 には、それぞれ '201701' 及び '201702' が設定されている。

〔“社員連絡先” テーブルの構造の変更〕

F さんは、“社員連絡先” テーブルの構造の変更を、次のように検討した。

1. “社員連絡先” テーブルの電話番号 1 列と電話番号 2 列の値を調べたところ、プログラムの不備による次のような問題の行があることが分かった。

問題 1 電話番号 1 列と電話番号 2 列は、異なる電話番号であるべきところ、同じ電話番号が設定されている行があった。

問題 2 電話番号 1 列だけに電話番号を設定すべきところ、電話番号 1 列に NULL が、電話番号 2 列に電話番号が設定されている行があった。

問題 3 電話番号が設定されている場合だけ行を登録すべきところ、電話番号 1 列と電話番号 2 列の両方に NULL が設定されている行があった。

2. 問題 1～3 を防ぐには、“社員連絡先” テーブルに、図 3 に示す検査制約を定義すべきであった。ここで、検査制約は、次の①～④のいずれかの述語を組み合わせて指定する。

- ① 電話番号 1 IS NOT NULL
- ② 電話番号 1 IS NULL
- ③ 電話番号 2 IS NOT NULL
- ④ 電話番号 2 IS NULL

CHECK ((c AND d AND 電話番号 1 <> 電話番号 2)
OR (c AND e))

図 3 “社員連絡先” テーブルに定義すべきだった検査制約（未完成）

3. “社員連絡先 B” テーブルの要件を、次のように整理した。

要件 1 問題 1～3 を解決すること

要件 2 社員 1 人当たりの電話番号を 3 個以上登録できること

なお、同じ電話番号が複数の社員で使われることがある。

4. “社員連絡先 B” テーブルの電話番号列に NOT NULL 制約を定義し、テーブルに一意性制約を定義した。

5. 要件 1, 2 を満たすために、図 4 に示す INSERT 文を用いて、“社員連絡先” テーブルから “社員連絡先 B” テーブルに行を移行することにした。その移行試験を行ったときの、移行元である “社員連絡先” テーブルの問題 1～3 を含む行を表 3 に、移行先である “社員連絡先 B” テーブルの行を表 4 に示す。ここで、表 3 及び表 4 の見出しは列名を表す。

```
INSERT INTO 社員連絡先 B
  SELECT 社員 ID, 1, 電話番号 1 FROM 社員連絡先
  WHERE 
UNION SELECT 社員 ID, 2, 電話番号 2 FROM 社員連絡先
  WHERE 電話番号 1 <> 電話番号 2
UNION SELECT 社員 ID, 1, 電話番号 2 FROM 社員連絡先
  WHERE  AND 
```

図 4 “社員連絡先 B” テーブルに行を移行する INSERT 文（未完成）

表 3 移行元の行

社員 ID	電話番号 1	電話番号 2
E1	1111	3333
E2	2222	2222
E3	3333	NULL
E4	NULL	4444
E5	NULL	NULL

表 4 移行先の行（未完成）

社員 ID	表示順	電話番号
E1	1	1111

設問1 「月別売上」テーブルの構造の変更について、(1)～(3)に答えよ。

- (1) 分析処理に関する記述中の ～ に入れる適切な字句を答えよ。

なお、索引のバッファヒット率は 100%であり、ページ中の行をアクセスするとき、次にアクセスするページはバッファにないものとする。

- (2) 表 2 中の , に入れる適切な字句を答えよ。
- (3) Fさんは、なぜ表 2 中の SQL2 を動的 SQL で実行することにしたのか。その理由を 40 字以内で述べよ。

設問2 「社員連絡先」テーブルの構造の変更について、(1)～(5)に答えよ。

- (1) “社員連絡先 B” テーブルの電話番号列に NOT NULL 制約を定義した理由を、本文中の字句を用いて 25 字以内で述べよ。
- (2) “社員連絡先 B” テーブルの一意性制約に定義すべき列名又は列名の組合せを答えよ。ここで、主キー制約を除くこと。
- (3) 図 3 中の ～ に入れる適切な述語を、①～④の中からそれぞれ重複なく一つずつ選んで答えよ。
- (4) 図 4 中の ～ に入れる適切な述語を、(3)に倣って①～④の中からそれぞれ重複なく一つずつ選んで答えよ。
- (5) 表 4 に記入されている 1 行目の例に倣って、全ての結果行を埋めよ。ここで、行の並び順は問わない。また、表 4 の全ての行が埋まるとは限らない。

6. 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
--------	---------------

7. 問題に関する質問にはお答えできません。文意どおり解釈してください。
8. 問題冊子の余白などは、適宜利用して構いません。ただし、問題冊子を切り離して利用することはできません。
9. 試験時間中、机の上に置けるものは、次のものに限ります。
- なお、会場での貸出しは行っていません。
- 受験票、黒鉛筆及びシャープペンシル（B 又は HB）、鉛筆削り、消しゴム、定規、時計（時計型ウェアラブル端末は除く。アラームなど時計以外の機能は使用不可）、ハンカチ、ポケットティッシュ、目薬
- これら以外は机の上に置けません。使用もできません。
10. 試験終了後、この問題冊子は持ち帰ることができます。
11. 答案用紙は、いかなる場合でも提出してください。回収時に提出しない場合は、採点されません。
12. 試験時間中にトイレへ行きたくなったり、気分が悪くなったりした場合は、手を挙げて監督員に合図してください。
13. 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。