

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。

A社は、ソフトウェアパッケージの開発及び販売を主力事業としている会社である。A社ではこれまで、ソフトウェアの開発中に発生したバグの管理に表計算ソフトを用いてきたが、大規模なBソフトウェアパッケージ開発プロジェクト（以下、Bプロジェクトという）の立上げを機に、新たにバグ管理システムを構築することになった。バグ管理システムの設計担当には、C君が任命された。

〔Bプロジェクトの概要〕

Bプロジェクトの概要は、次のとおりである。

- (1) 組織は、階層構造の複数のチーム編成である。
- (2) チームは、チームIDで一意に識別され、チーム名、リーダーを任されたメンバ、上位階層のチームが定められている。
- (3) メンバは、メンバIDで一意に識別され、所属するチームが定められている。メンバは、主担当として必ず一つのチームに所属するほか、他の一つ又は複数のチームを兼任する場合もある。
- (4) 開発モデルは、ウォーターフォールモデルを採用している。開発工程は、工程IDで一意に識別され、工程名、工程の順序番号が定められている。
- (5) 各開発工程では、設計書、ソースコードなどの様々な成果物が作成される。成果物は、成果物IDで一意に識別される。成果物には、成果物名、成果物の作成工程、作成担当チームが記される。

〔バグ管理の概要〕

Bプロジェクトにおけるバグ管理の概要は、次のとおりである。

- (1) ソフトウェアのテストを実施し、期待するテスト結果と実際のテスト結果に乖離があり、何らかの対応が必要と考えられる現象をバグと呼ぶ。
- (2) バグ種別とは、バグの原因を分類するための区分であり、バグ種別名及び成果物の修正有無が定められている。
- (3) バグが発見されたら、表1のプロセスに従って解決する。
- (4) ソフトウェアの品質分析を行うメンバは、登録されたバグの集計及び分析を行

う。品質分析の対象とするバグは、成果物の修正が必要なバグ種別が設定されたバグである。

表 1 バグ解決プロセス

プロセス	内容
バグの登録	<ul style="list-style-type: none"> バグを発見したメンバは、バグの発見日、発見した工程、発見したメンバ、発見内容を登録する。登録時のバグのステータスは‘未着手’である。
バグの発見内容の確認	<ul style="list-style-type: none"> リーダーは、ステータスが‘未着手’のバグを対象に、バグの発見内容を確認し、スケジュール影響度及びソフトウェア影響度を決定し、ステータスを‘調査中’に更新する。
バグへの対応	<ul style="list-style-type: none"> バグの原因調査、バグの修正、バグの修正内容の確認の各作業を総称して対応と呼び、その対応がどの作業であるかを、対応区分として記録する。 対応ごとにメンバを1人割り当てて登録する。 各対応を開始したら開始日時を、終了したら終了日時を、それぞれ更新する。
バグの原因調査	<ul style="list-style-type: none"> バグの原因調査担当に割り当てられたメンバは、バグの原因調査を行い、調査内容、再現方法を記録する。 既知のバグと同一原因のバグの場合は、その既知のバグを記録し、ステータスを‘解決済’に更新する。 既知のバグと同一原因のバグでなかった場合は、バグ種別を記録し、成果物の修正が必要なバグ種別の場合、ステータスを‘修正中’に、不要な場合、ステータスを‘解決済’に更新する。
バグの修正	<ul style="list-style-type: none"> バグの修正担当に割り当てられたメンバは、バグの原因調査の結果に基づいて、一つ又は複数の成果物の修正を行う。 修正後に、修正内容と、修正した成果物を記録し、ステータスを‘確認中’に更新する。
バグの修正内容の確認	<ul style="list-style-type: none"> バグの修正内容の確認担当に割り当てられたメンバは、バグが解決したかどうかの確認テストを実施し、確認結果を記録する。 確認テストの結果、バグが解決していた場合は、ステータスを‘解決済’に更新する。 確認テストの結果、バグが解決していない場合は、ステータスを‘調査中’に更新し、バグの原因調査を新たな対応として実施する。
バグのクローズ	<ul style="list-style-type: none"> リーダーは、ステータスが‘解決済’のバグを対象に、成果物の修正が必要なバグ種別のバグの対応内容を確認し、バグの原因を作り込んだと考えられる工程、バグを発見すべきと考えられる工程を記録する。 ステータスが‘解決済’のバグについて完了日を記録し、ステータスを‘クローズ済’に更新し、一連のバグ解決プロセスを完了する。

〔データモデルの設計〕

C 君は、バグ管理システムの構築に当たり、具体例を用いて、概念データモデル（図 1）及び関係スキーマ（図 2）の設計を行った。

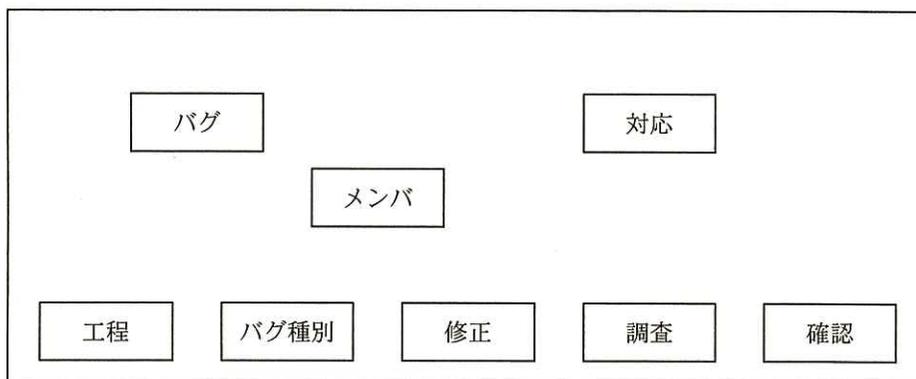


図 1 C 君が設計した概念データモデル（未完成）

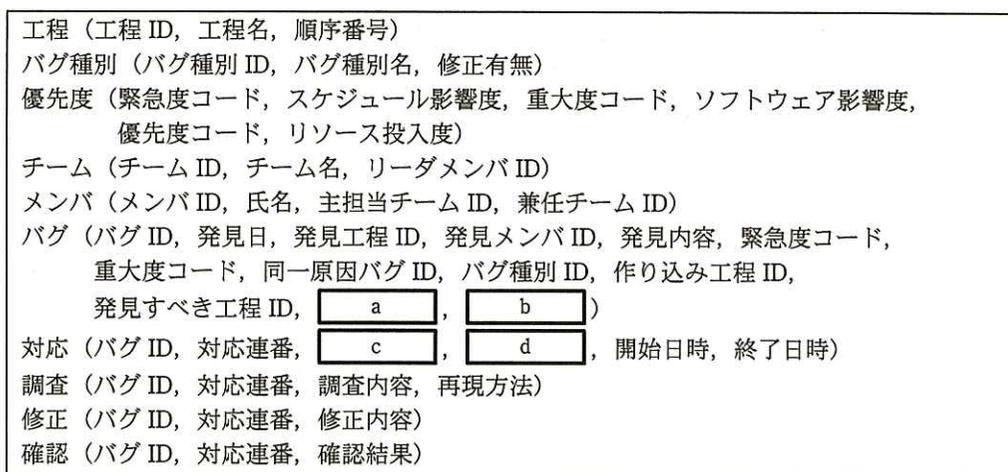


図 2 C 君が設計した関係スキーマ（未完成）

図 2 の関係スキーマの主な属性とその意味・制約を表 2 に示す。図 4 は、図 3 の関数従属性の表記法に従って、関係“優先度”の属性間の関数従属性を示したものである。表 3～5 は、関係“バグ”, “工程”, “バグ種別”の具体例である。

表 2 属性とその意味・制約（一部省略）

属性名	意味・制約
緊急度コード	スケジュール影響度を一意に識別するコード
スケジュール影響度	バグが開発スケジュールに与える影響の大きさを表す尺度。緊急度コードが異なるが、スケジュール影響度が同一となる場合がある。
重大度コード	ソフトウェア影響度を一意に識別するコード
ソフトウェア影響度	バグがソフトウェアの機能に与える影響の大きさを表す尺度。重大度コードが異なるが、ソフトウェア影響度が同一となる場合がある。
優先度コード	リソース投入度を一意に識別するコード。緊急度コードと重大度コードの組合せによって一意に定まる。
リソース投入度	バグを解決するために、メンバや時間などのリソースをどの程度投入するかを表す尺度。優先度コードが異なるが、リソース投入度が同一となる場合がある。
バグ ID	バグを一意に識別する ID
発見工程 ID	バグが発見された工程を示す工程 ID
作り込み工程 ID	バグの原因を作り込んだと考えられる工程を示す工程 ID
発見すべき工程 ID	本来、バグを発見すべきと考えられる工程を示す工程 ID
同一原因バグ ID	発見したバグの原因が既知のバグの原因と同一であった場合の既知のバグを示すバグ ID
工程 ID	プロジェクトの開発工程を一意に識別する ID
工程名	プロジェクトの開発工程の名称
順序番号	プロジェクトの開発工程の順序を表す番号
バグ種別 ID	バグの種別を一意に識別する ID
バグ種別名	バグの種別の名称
修正有無	成果物の修正の有無を識別するフラグ。成果物の修正が必要なものには‘あり’、不要なものには‘なし’が設定される。
対応連番	バグ ID との組合せで対応を一意に識別する番号
対応区分	対応が、バグの原因調査、バグの修正、バグの修正内容の確認のいずれに該当するかを識別する区分

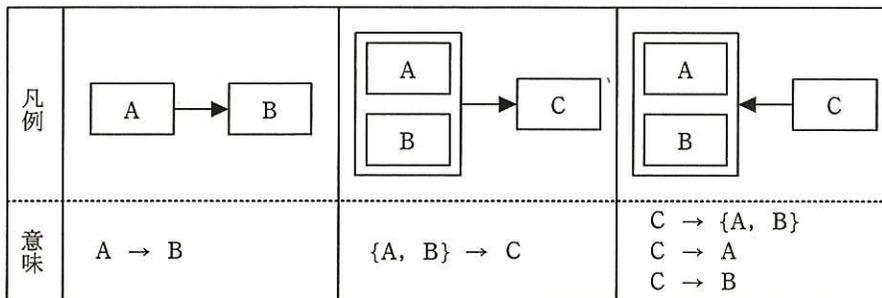


図 3 関数従属性の表記法

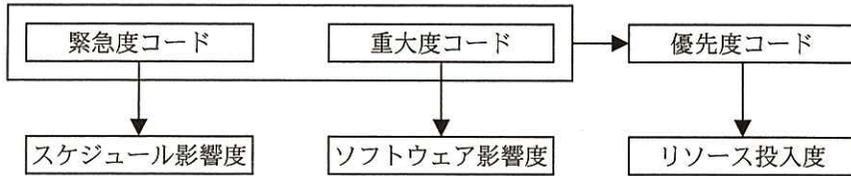


図 4 関係“優先度”の属性間の関数従属性

表 3 関係“バグ”の具体例（一部属性は省略）

バグ ID	発見日	発見工程 ID	同一原因バグ ID	バグ種別 ID	作り込み工程 ID	発見すべき工程 ID	...
B1	2013-07-19	K5	NULL	S2	K2	K5	...
B2	2013-07-19	K5	B1	NULL	NULL	NULL	...
B3	2013-08-22	K6	NULL	S3	NULL	NULL	...
B4	2013-08-25	K6	NULL	S4	K3	K6	...
B5	2013-09-02	K7	NULL	S1	K1	K2	...

表 4 関係“工程”の具体例

工程 ID	工程名	順序番号
K1	基本設計	1
K2	詳細設計	2
K3	プログラム設計	3
K4	実装	4
K5	単体テスト	5
K6	結合テスト	6
K7	総合テスト	7

表 5 関係“バグ種別”の具体例

バグ種別 ID	バグ種別名	修正有無
S1	インタフェースの誤り	あり
S2	業務ロジックの誤り	あり
S3	仕様どおり	なし
S4	エラーチェックの誤り	あり
S5	テスト実施手順の誤り	なし
S6	機能の欠如	あり
S7	データの誤り	なし

[D 部長の指摘事項]

C 君の上司の D 部長は C 君が設計した内容をレビューし、次の指摘をした。

指摘事項① 図 1 は、リレーションシップが記入されていない。また、図 2 の関係スキーマの一部も未記入である。

指摘事項② 関係“チーム”，“メンバ”には、プロジェクトの組織構造の一部を管理できない不具合がある。

指摘事項③ 成果物と、バグの修正を行ったときに修正した成果物の情報を管理す

る関係スキーマが設計されていない。

[バグの集計及び分析]

C 君は、バグの集計及び分析を行う際に使用する、関係“バグ”，“工程”，“バグ種別”に対する検索内容と関係代数演算について検討した。表 6 は、関係代数演算の表記法を示したものであり、表 7 は、表 3~5 の具体例を用いて検討した検索内容及び関係代数演算である。

表 6 関係代数演算の表記法

演算	式	備考
射影	$R[A1, A2, \dots]$	A1, A2 は、関係 R の属性を表す。同じ内容のタプルは重複が排除される。
選択	$R[X \text{ 比較演算子 } Y]$	X, Y は、関係 R の属性を表す。X, Y のいずれか一方は、定数でもよい。
結合	$R[RA \text{ 比較演算子 } SA]S$	RA は関係 R の属性、SA は関係 S の属性を表す。

注記 比較演算子は、 $<$ 、 $=$ 、 $>$ のいずれかである。演算結果を使って入れ子になる演算を行う場合には、演算の過程で生じる中間の関係は、括弧でくくる。例えば、選択演算の結果の関係に対して、結合演算を行う場合は、次のような形式になる。

$(R[X \text{ 比較演算子 } Y]) [RA \text{ 比較演算子 } SA]S$

表 7 検討した検索内容及び関係代数演算

項番	検索内容	関係代数演算式	検索結果
①	2013 年 7 月 19 日に発見されたバグについて、バグ ID の値を求める。	$(\text{バグ}[\text{発見日} = '2013-07-19']) [\text{バグ ID}]$	B1, B2
②	バグが発見された工程と、そのバグを本来発見すべきと考えられる工程が同一のバグについて、そのバグ ID の値を求める。	$(\text{ } \boxed{e} \text{) } [\text{バグ ID}]$	$\boxed{ア}$
③	ソフトウェアの品質分析を行う際に分析対象とするバグについて、バグ ID の値を求める。	$(\text{ } \boxed{f} \text{ } [\text{ } \boxed{g} = \boxed{g} \text{] } \text{ } \boxed{h} \text{ } [\text{ } \boxed{i} = \boxed{j} \text{] } \text{) } [\text{バグ ID}]$	$\boxed{イ}$
④	\boxed{k} で \boxed{l} と考えられるバグについて、バグ ID の値を求める。	$(\text{バグ}[\text{作り込み工程 ID} = \text{工程 ID}] \text{ } (\text{工程}[\text{順序番号} < \text{順序番号}] \text{ } (\text{工程}[\text{工程 ID} = 'K3'] \text{) } \text{) }) [\text{バグ ID}]$	$\boxed{ウ}$

解答に当たっては、巻頭の表記ルールに従うこと。関係スキーマの解答に当たっては、主キー及び外部キーを明記せよ。

設問 1 図 2 及び図 4 の関係“優先度”について、(1)、(2)に答えよ。

- (1) 関係“優先度”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、その関数従属性の具体例を、図 3 中の意味の欄に示した表記法に従って示せ。
- (2) 関係“優先度”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を答えよ。また、第 3 正規形でない場合は、第 3 正規形に分解した関係スキーマを示せ。

設問 2 図 1、図 2 及び [D 部長の指摘事項] について、(1)～(4)に答えよ。

- (1) 指摘事項①について、図 1 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。同一のエンティティタイプ間に異なる役割をもつ複数のリレーションシップが存在する場合、役割の数のリレーションシップを表す線を記入すること。

なお、図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。また、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は不要である。

- (2) 指摘事項①について、図 2 中の

a

 ～

d

 に入れる属性名を答えよ。
- (3) 指摘事項②の不具合を二つ挙げ、それぞれ 25 字以内で述べよ。また、不具合を解消した関係スキーマを示せ。
- (4) 指摘事項③で設計されていないとしている関係スキーマを設計せよ。

設問 3 表 3～7 及び [バグの集計及び分析] について、(1)～(3)に答えよ。

- (1) 表 7 中の項番②、③の検索を行うためには、どのような関係代数演算を行えばよいか。表 7 中の項番①の例に倣って、

e

 ～

j

 に入れる適切な字句を答えよ。

なお、関係代数演算の表記法は、表 6 に従うこと。

- (2) 表 7 中の項番④の関係代数演算式は、どのようなバグを検索するために行

うものか。 に入れる適切な字句を，工程名を含めて 20 字以内で，
 に入れる適切な字句を 15 字以内で，それぞれ具体的に述べよ。

- (3) 表 3～5 の具体例について，表 7 中の項番②～④の検索を行った場合の，
 ～ に入れる検索結果を，表 7 中の項番①の例に倣って答えよ。