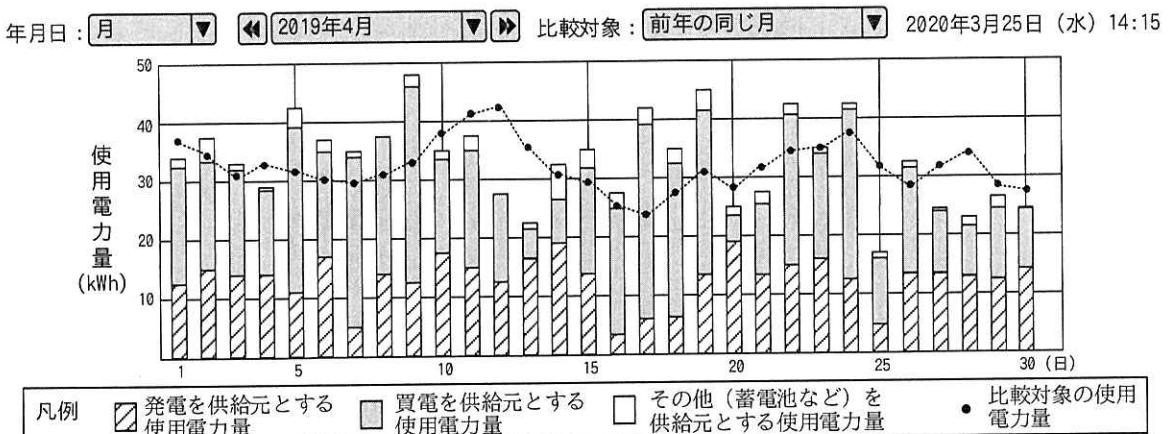


問1 データベースの設計、実装に関する次の記述を読んで、設問1~3に答えよ。

太陽光発電設備、空調設備などの住宅設備メーカーであるJ社は、家庭の電気の使用状況を可視化するサービスの提供に向け、節電支援システムの構築を行っている。

[業務の概要]

- (1) J社は、太陽光発電機器、配電盤、スマートメータ、空調機器などの機器との通信機能をもつコントローラを提供している。ユーザは、住居にコントローラを設置して、節電支援システムに住居及びコントローラの情報を登録する。
- (2) コントローラは、J社とネットワーク接続し、住居内の機器から収集した買電、発電、使用電力、機器のログなどの情報をJ社に送信する。J社では、情報をデータベースに蓄積、加工してユーザに節電支援情報を提供する。その一つとして、使用電力量表示画面の例を図1に示す。図1では、使用電力量とその供給元の内訳(買電、発電など)が示される。
- (3) 節電支援情報には、日射量を基に算出された標準発電量が含まれる。全国の800観測点で計測された日射量データを外部から取得する。
- (4) 自治体、他の企業からの依頼を受けて、蓄積したデータを統計用に集計し、個人情報を含まないアドホック分析用のデータを抽出して提供する。



注記1 年月日は、「年」、「月」、「日」のいずれかを選択し、対応する年、年月、年月日を指定する。

注記2 比較対象は、年月日が年の場合は「前年」、「前々年」など、月の場合は「前月」、「前年の同じ月」など、日の場合は「前日」、「先月の同じ日」などから選択する。

図1 使用電力量表示画面の例

[節電支援システムのテーブル構造]

設計済みのテーブル構造を図 2 に、主な列とその意味・制約を表 1 に示す。

電力会社（ <u>電力会社番号</u> , 電力会社名）
料金プラン（ <u>電力会社番号</u> , <u>プラン番号</u> , 料金プラン名）
時間帯別料金（ <u>電力会社番号</u> , <u>プラン番号</u> , <u>時間帯番号</u> , 開始時, 終了時, 料金単価）
ユーザ（ <u>ユーザ番号</u> , メールアドレス, 氏名, 生年月日, …）
地域（ <u>地域コード</u> , 地域名）
住居（ <u>住居番号</u> , <u>ユーザ番号</u> , <u>地域コード</u> , 住所, 世帯区分, <u>電力会社番号</u> , <u>プラン番号</u> , 緯度, 経度）
配電回路（ <u>住居番号</u> , <u>回路番号</u> , 回路名, 入出力区分, …）
機器（ <u>住居番号</u> , <u>機器番号</u> , メーカコード, 機器種別, 商品番号, 設置場所, …）
機器ログ（ <u>住居番号</u> , <u>年月日</u> , <u>ログ番号</u> , <u>機器番号</u> , 時, 分, ログ種別, ログテキスト）
日射量（ <u>年月日</u> , <u>時</u> , 緯度, 経度, 日射量, 標準発電量）
買電（ <u>住居番号</u> , <u>年月日</u> , <u>時</u> , <u>分</u> , 買電量）
発電（ <u>住居番号</u> , <u>回路番号</u> , <u>年月日</u> , <u>時</u> , <u>分</u> , 発電量）
使用電力量（ <u>住居番号</u> , <u>回路番号</u> , <u>年月日</u> , <u>時</u> , <u>分</u> , 使用電力量）

図 2 節電支援システムのテーブル構造（一部省略）

表 1 主な列とその意味・制約

列名	意味・制約
時間帯番号	電力会社が料金プランごとに定める、1 日を複数に区切った時間帯を一意に識別する番号（1~99）
開始時, 終了時	時間帯の最初の時と最後の時を表す整数（0~24）。最初の時間帯の開始時は 0, 最後の時間帯の終了時は 24 であり、最後の時間帯以外の終了時は、次の時間帯の開始時と一致する。
料金単価	電力量 1kWh 当たりの買電単価
地域コード	複数の市町村をまとめた地域を一意に識別するコード（4 衔の半角英数字）
住居番号	サービスに登録された住居を一意に識別する番号（1~999,999）
世帯区分	住居の世帯構成、住宅の形態を表す区分（3 衔の半角英数字）
緯度, 経度	地図上の位置をそれぞれ精度 10, 位取り 7 の 10 進数で表す。
ログ番号	住居ごと年月日ごとに機器のログを一意に識別する番号（1~999,999,999）
ログ種別	起動, 停止, 測定など、ログの種類を表すコード（4 衔の半角英数字）
回路番号	住居内の分電盤内の回路を一意に識別する番号（1~99）
買電量	電力会社から供給を受けた電力量（単位 kWh, 0.000~9,999,999.999）
発電量	住居の発電設備で発電された電力量（単位 kWh, 0.000~9,999,999.999）
使用電力量	住居内で消費した電力量（単位 kWh, 0.000~9,999,999.999）
日射量	各観測点における年月日, 時ごとの日射量（単位 kW/m ² , 0~999,999）
標準発電量	日射量を基に計算した標準発電量（単位 kWh, 0.000~9,999,999.999）

[節電支援システムの処理]

節電支援情報の提供、アドホック分析の処理の例を、表 2 に示す。

表 2 処理の例

処理名	内容
処理 1	指定された住居番号について、図 1 の使用電力量表示画面の例に示されたグラフを表示するためのデータを抽出する。当月の買電、発電、当月及び比較対象の使用電力を対象に、年月日ごとにそれぞれ発電量、買電量、使用電力量を集計する。
処理 2	指定された住居番号、年月日、比較対象住居（同じ地域、同じ世帯区分、同じ地域かつ同じ世帯区分のいずれか）について、1 日の使用電力量の比較対象住居中の順位を求めて、住居番号、対象住居数、順位を抽出する。
処理 3	指定された住居番号、年月日、時について、住居番号、発電量、平均標準発電量を抽出する。平均標準発電量は、住居ごとに住居の半径 10 km 以内の地点のうち、住居から距離が近い上位 2 位以上の地点の標準発電量の平均値である。
処理 4	指定された年月について、全住居を対象に、地域ごとに、各住居の 1 か月間の使用電力量の合計を大きい方から順序付けし、順序に沿って住居数が均等になるように 5 階級に分ける。階級に 1~5 の階級番号を付け、地域コード、地域名、階級番号、平均使用電力量を抽出する。
処理 5	指定された住居番号、年月日、ログ種別について、全機器の機器ログを対象に、住居番号、年月日、ログ番号、メーカコード、機器種別、ログテキストを抽出する。

[RDBMS の仕様]

1. テーブル・索引

- (1) RDBMS とストレージ間の入出力単位をページという。
- (2) 同じページに異なるテーブルのデータが格納されることはない。
- (3) NOT NULL 制約を指定しない列には、1 バイトのフラグが付加される。
- (4) 列の主なデータ型は、表 3 のとおりである。
- (5) 索引にはユニーク索引と非ユニーク索引がある。
- (6) DML のアクセスパスは、RDBMS によって索引探索又は表探索が選択される。索引探索が選択されるためには、WHERE 句又は ON 句の AND だけで結ばれた一つ以上の等値比較の述語の対象列が、索引キーの全体又は先頭から連続した一つ以上の列に一致していなければならぬ。
- (7) 索引探索では、ページの読み込みはバッファを介して行われ、バッファの置換えは LRU 方式で行われる。同じページ長のテーブルは、一つのバッファを共有する。バッファごとにバッファサイズを設定する。

- (8) 索引のキー値の順番と、キー値が指す行の物理的な並び順が一致している割合（以下、クラスタ率という）が高いほど、隣接するキー値が指す行が同じページに格納されている割合が高い。

表 3 列の主なデータ型

データ型	説明
CHAR(n)	n 文字の半角固定長文字列 ($1 \leq n \leq 255$)。文字列が n 字未満の場合は、文字列の後方に半角の空白を埋めて n バイトの領域に格納される。
NCHAR(n)	n 文字の全角固定長文字列 ($1 \leq n \leq 127$)。文字列が n 字未満の場合は、文字列の後方に全角の空白を埋めて “n×2” バイトの領域に格納される。
NCHAR VARYING(n)	最大 n 文字の全角可変長文字列 ($1 \leq n \leq 4,000$)。“値の文字数×2” バイトの領域に格納され、4 バイトの制御情報が付加される。
SMALLINT	-32,768～32,767 の範囲の整数。2 バイトの領域に格納される。
INTEGER	-2,147,483,648～2,147,483,647 の範囲の整数。4 バイトの領域に格納される。
DECIMAL(m,n)	精度 m ($1 \leq m \leq 31$)、位取り n ($0 \leq n \leq m$) の 10 進数。“m÷2+1”的小数部を切り捨てたバイト数の領域に格納される。
DATE	0001-01-01～9999-12-31 の範囲内の日付。4 バイトの領域に格納される。

2. ウィンドウ関数

RDBMS がサポートする主なウィンドウ関数を、表 4 に示す。

表 4 RDBMS がサポートする主なウィンドウ関数

関数の構文	説明
RANK() OVER([PARTITION BY e1] ORDER BY e2 [ASC DESC])	区画化列を PARTITION BY 句の e1 に、ランク化列を ORDER BY 句の e2 に指定する。対象となる行の集まりを、区画化列の値が等しい部分（区画）に分割し、各区画内で行をランク化列によって順序付けした順位を、1 から始まる番号で返す。同値は同順位として、同順位の数だけ順位をとばす。 (例：1,2,2,4,⋯)
NTILE(e1) OVER([PARTITION BY e2] ORDER BY e3 [ASC DESC])	階級数を NTILE の引数 e1 に、区画化列を PARTITION BY 句の e2 に、階級化列を ORDER BY 句の e3 に指定する。対象となる行の集まりを、区画化列の値が等しい部分（区画）に分割し、各区画内で行を階級化列によって順序付けし、行数が均等になるように順序に沿って階級数分の等間隔の部分（タイル）に分割する。各タイルに、順序に沿って 1 からの連続する階級番号を付け、各行の該当する階級番号を返す。

注記 1 関数の構文の[]で囲われた部分は、省略可能であることを表す。

注記 2 PARTITION BY 句を省略した場合、関数の対象行の集まり全体が一つの区画となる。

注記 3 ORDER BY 句の[ASC|DESC]を省略した場合、ASC を指定した場合と同じ動作となる。

3. クラスタ構成のサポート

- (1) シェアードナッシング方式のクラスタ構成をサポートする。クラスタは複数のノードで構成され、各ノードには専用のディスク装置をもつ。
- (2) ノードへのデータの配置方法には複製、分散の二つがあり、テーブルごとにどちらかを指定する。複製は、各ノードにテーブルの全行を配置する方法である。分散は、一つ又は複数の列を分散キーとし、その値に基づいて RDBMS 内部で生成するハッシュ値によって、各ノードにデータを配置する方法である。
- (3) データベースへの要求は、いずれか一つのノードで受け付ける。要求を受け付けたノードは、要求を解析し、自ノードに配置されているデータへの処理は自ノードで処理を行う。自ノードに配置されていないデータへの処理は、当該データが配置されている他ノードに処理を依頼し、結果を受け取る。

[システムの構成]

- (1) 複数の AP サーバと複数の DB サーバから成る。ユーザは、AP サーバを介して操作を行う。AP サーバはいずれか一つの DB サーバにアクセスする。
- (2) データベースは、シェアードナッシングのクラスタ構成とし、20 ノードを配置する。各ノードには同じ仕様の DB サーバを配置する。クラスタ構成による DB サーバ全体の TPS は、ノード数に比例することを確認している。
- (3) 機器ログ、買電、発電、使用電力の各テーブルは、配置方法を分散にし、住居番号を分散キーに指定する。それ以外のテーブルの配置方法は複製にする。

[データベースの物理設計]

1. テーブルの行数、所要量見積り

次の前提で主なテーブルの行数、所要量を見積もり、表 5 を作成した。

- (1) 日射量、機器ログ、買電、発電、使用電力は、2 年前の 1 月 1 日から現在まで、最大 3 年分のデータを保存する。1 年を 360 日として行数を見積もる。
- (2) どのテーブルもページ長を 2,000 バイト、空き領域率を 10% とする。
- (3) 見積ページ数は、“見積行数 ÷ ページ当たり平均行数” の小数部を切り上げる。ページ当たり平均行数は、“ページ長 × (1 - 空き領域率) ÷ 平均行長” の小数部を切り捨てる。

(4) 所要量は、 “見積ページ数×ページ長” で算出する。

表 5 主なテーブルの見積行数・所要量

テーブル名	見積りの前提	見積行数	平均行長 (バイト)	見積 ページ数	所要量 (バイト)
地域	1,000 件	1,000	10	6	12 k
住居	100,000 件	100,000	100	5,556	12M
配電回路	8 件／住居	800,000	100	44,445	89 M
機器	10 件／住居	1,000,000	300	166,667	334 M
機器ログ	1 日 200 件／住居	21,600,000,000	80	981,818,182	1,964 G
日射量	1 日 12 件／観測点	10,368,000	25	144,000	288 M
買電	1 日 100 件／住居	10,800,000,000	18	108,000,000	216 G
発電	1 日 40 件／住居	4,320,000,000	20	48,000,000	96 G
使用電力	1 日 500 件／住居	54,000,000,000	20	600,000,000	1,200 G

注記 表中の単位 k は 1,000, M は 100 万, G は 10 億を表す。

2. テーブル定義表の作成

次の方針に基づいてテーブル定義表を作成した。その一部を表 6～8 に示す。

- (1) データ型欄には、適切なデータ型、適切な長さ、精度、位取りを記入する。
- (2) NOT NULL 欄には、NOT NULL 制約がある場合だけ Y を記入する。
- (3) 格納長欄には、RDBMS の仕様に従って、格納長を記入する。
- (4) 索引の種類には、P（主キーの索引）、U（ユニーク索引）、NU（非ユニーク索引）のいずれかを記入し、各構成列欄には、構成列の定義順に 1 からの連番を記入する。該当する索引がなければどちらも空欄にする。
- (5) 主キー及び外部キーには、索引を定義する。

表 6 “買電” テーブルのテーブル定義表

項目 列名	データ型	NOT NULL	格納長 (バイト)	索引の種類と構成列		
				P		
住居番号	INTEGER	Y	4	1		
年月日	DATE	Y	4	2		
時	SMALLINT	Y	2	3		
分	SMALLINT	Y	2	4		
買電量	DECIMAL(10,3)	Y	6			

表7 “発電” テーブルのテーブル定義表

項目 列名	データ型	NOT NULL	格納長 (バイト)	索引の種類と構成列		
				P		
住居番号	INTEGER	Y	4	1		
回路番号	SMALLINT	Y	2	2		
年月日	DATE	Y	4	3		
時	SMALLINT	Y	2	4		
分	SMALLINT	Y	2	5		
発電量	DECIMAL(10,3)	Y	6			

表8 “使用電力” テーブルのテーブル定義表

項目 列名	データ型	NOT NULL	格納長 (バイト)	索引の種類と構成列		
				P		
住居番号	INTEGER	Y	4	1		
回路番号	SMALLINT	Y	2	2		
年月日	DATE	Y	4	3		
時	SMALLINT	Y	2	4		
分	SMALLINT	Y	2	5		
使用電力量	DECIMAL(10,3)	Y	6			

3. テーブル構造の検討

表2の処理1では、ストレージからの読み込みに時間が掛かるおそれがあるので、次の前提で読み込みページ数の予測を行い、必要であれば対策を講じる。

(1) 前提

- ・図1の使用電力量表示画面で、年月日の区分を‘月’、対応する年月を‘2019年4月’、比較対象を‘前年の同じ月’として照会を行う。
- ・“買電”，“発電”，“使用電力”の各テーブルには、住居番号当たりの行数は均等で、どのページにも最大行数分の行が格納されているものとする。
- ・アクセスパスは、どのテーブルも索引探索が選択されるものとする。索引のバッファヒット率は、100%とする。

(2) 予測

- ・表9に使用電力量表示画面における読み込みページ数の予測をまとめた。
- ・探索行数は、選択条件に一致する行を求めるために読み込む行数である。
- ・最小読み込みページ数は、クラスタ率が最も高い場合の読み込みページ数で、
 “ ÷

- 12 -

- ・最大読み込みページ数は、クラスタ率が最も低い場合の読み込みページ数で、
[c] に一致する。
- ・クラスタ率 50% の読み込みページ数を平均読み込みページ数といい、“(最小読み込みページ数+最大読み込みページ数) × 50%” の小数部を切り上げる。

表 9 使用電力量表示画面における読み込みページ数の予測（未完成）

テーブル名	結果行数	探索行数	最小読み込みページ数	最大読み込みページ数
買電	30	3,000		
発電	30	43,200		
使用電力	60	[d]	[e]	[f]

注記 網掛け部分は表示していない。

(3) 対策

表 9 の結果から照会の応答時間が長すぎると判断した。そこで、次の対策を行ふことで、平均読み込みページ数を 100 以下にすることにした。

- ・照会対象となる電力量を集計した一つ又は複数のテーブルを追加する。
- ・追加したテーブルには、前日までの集計行を夜間バッチ処理で追加する。
- ・当日の電力量は“買電”，“発電”，“使用電力”の各テーブルから求め、それ以外の電力量は追加したテーブルから求める。

〔問合せの検討〕

1. 表 2 の処理 3 の問合せ

処理 3 の問合せ内容を表 10 に整理し、問合せに用いる SQL 文を図 3 に作成した。

問合せ内容は、次の要領で記入し、内容のない欄は“－”にする。

- (1) 行ごとに構成要素となる問合せを記述する。結果を他の問合せで参照する場合は、行に固有の名前（以下、問合せ名という）を付ける。
- (2) 列名又は演算には、テーブルから射影する列名又は演算（MAX 関数、AVG 関数など）によって求まる項目を“項目名=[演算の概要]”の形式で記述する。
- (3) テーブル名又は問合せ名には、参照するテーブル名又は問合せ名を記入する。
- (4) 選択又は結合の内容には、テーブル名又は問合せ名ごとの選択条件、結合的具体的な方法と結合条件を記入する。

表 10 処理 3 の問合せ内容

問合せ名	列名又は演算	テーブル名 又は問合せ名	選択又は結合の内容
W1	住居番号, 年月日, 時, 標準発電量, 距離=[住居と日射量観測点の距離]	住居, 日射量	① 住居から指定された住居番号に一致する行を選択 ② 日射量から指定された年月日, 時に一致する行を選択 ③ ①と②の結果の直積から住居と日射量観測点の距離が 10 km 以下の行を選択
W2	住居番号, 年月日, 時, 標準発電量, ランク=[距離を昇順に並べた順位]	W1	W1 の全行を選択
W3	住居番号, 年月日, 時, 平均標準発電量=[住居番号, 年月日, 時ごとの標準発電量の平均]	W2	ランクが 2 以下の行を選択
W4	住居番号, 年月日, 時, 時間発電量=[住居番号, 年月日, 時ごとの発電量の合計]	発電	住居番号, 年月日, 時が指定値に一致する行を選択
-	住居番号, 年月日, 時, 平均標準発電量, 時間発電量	W3, W4	① W3 の全行を選択 ② ①の結果と W4 を住居番号, 年月日, 時で内結合

```

WITH W1 AS (SELECT A.住居番号, B.年月日, B.時, B.標準発電量,
ST_DISTANCE(ST_POINT(A.経度, A.緯度), ST_POINT(B.経度, B.緯度)) AS 距離
FROM 住居 A [g] JOIN 日射量 B
WHERE A.住居番号 = :hv1 AND B.年月日 = CAST(:hv2 AS DATE) AND B.時 = :hv3
AND ST_DISTANCE(ST_POINT(A.経度, A.緯度), ST_POINT(B.経度, B.緯度)) <= 10000),
W2 AS (SELECT 住居番号, 年月日, 時, 標準発電量,
RANK() OVER(ORDER BY [h] ASC) AS ランク FROM W1),
W3 AS (SELECT 住居番号, 年月日, 時, [i] FROM W2 WHERE ランク <= 2
[j]),
W4 AS (SELECT 住居番号, 年月日, 時, [k] FROM 発電 WHERE 住居番号 = :hv1
AND 年月日 = CAST(:hv2 AS DATE) AND 時 = :hv3
[j]),
SELECT A.住居番号, A.年月日, A.時, A.平均標準発電量, B.時間発電量
FROM W3 A INNER JOIN W4 B ON A.住居番号 = B.住居番号 AND A.年月日 = B.年月日
AND A.時 = B.時

```

注記 1 ST_POINT(x,y)は、地図上の経度 x, 緯度 y に対応する地点情報を返す関数

注記 2 ST_DISTANCE(p1,p2)は、地図上の二つの位置 p1, p2 間の距離をメートル単位で返す関数

注記 3 hv1, hv2, hv3 は、ホスト変数

図 3 処理 3 の問合せに用いる SQL 文（未完成）

2. 表 2 の処理 4 の問合せ

処理 3 と同様に、処理 4 の問合せ内容を表 11 に整理し、問合せに用いる SQL 文を図 4 に作成した。

表 11 処理 4 の問合せ内容（未完成）

問合せ名	列名又は演算	テーブル名又は問合せ名	選択又は結合の内容
W1	地域コード, 住居番号, 合計使用電力量=[地域コード, 住居番号ごとの使用電力量の合計]	使用電力, 住居	① 使用電力から年月日の年月が指定された年月に一致する行を選択 ② <input type="checkbox"/> 1
W2	地域コード, 住居番号, 合計使用電力量, 階級番号=[地域コードによって分割した区画ごとに、各住居の合計使用電力量を大きい方から順序付けし、順序に沿って住居数が均等になるよう 5 階級に分けて付与した 1 ~5 の番号]	W1	W1 の全行を選択
W3	地域コード, 階級番号, <input type="checkbox"/> m	W2	W2 の全行を選択
-	地域コード, 地域名, 階級番号, 平均使用電力量	W3, 地域	① <input type="checkbox"/> n ② <input type="checkbox"/> o

```

WITH W1 AS (SELECT B.地域コード, B.住居番号, SUM(A.使用電力量) AS 合計使用電力量
  FROM 
 WHERE 
 GROUP BY B.地域コード, B.住居番号),
 W2 AS (SELECT 地域コード, 住居番号, 合計使用電力量,
    NTILE(5) OVER( p) AS 階級番号 FROM W1),
 W3 AS (SELECT 地域コード, 階級番号, AVG(合計使用電力量) AS 平均使用電力量
  FROM W2 GROUP BY 地域コード, 階級番号)
SELECT A.地域コード, B.地域名, A.階級番号, A.平均使用電力量
  FROM 

```

注記 網掛け部分は表示していない。

図 4 処理 4 の問合せに用いる SQL 文（未完成）

[性能テストの実施]

ピーク時の処理性能を見積もった上で、性能テストを実施して検証する。

1. 性能テストの方針

- (1) DB サーバ 2 台による 2 ノードのクラスタ構成のテスト環境を使用する。各 DB サーバの仕様は本番の DB サーバと同じにする。また、ページ長が 2,000 バイトのバッファには、480,000 ページ分のサイズを設定する。
- (2) ピーク時の 5 分間に、表 2 中の複数の処理が、それぞれ複数同時に DB サーバ上で実行される状況を模してテストを行い、応答時間を計測して見積りと比較する。処理は、それぞれピーク時の想定に基づき DB サーバごとに 50~100 の多重度で実行する。
- (3) 表 5 の見積行数を基に、テスト環境の特性を踏まえて、適切な行数、適切な列値、参照整合性を備えたテストデータを作成する。

2. 応答時間の見積り

次の前提に基づいて、トランザクション当たりの応答時間見積りを表 12 にまとめた。

- (1) ページ当たりのバッファへのアクセス時間は、平均 0.1 ミリ秒である。
- (2) ページ当たりのストレージへのアクセス時間は、平均 8 ミリ秒である。
- (3) 各 DB サーバは、本テストにおける最大の同時並行処理数を上回る並行処理能力を備えている。
- (4) DB サーバ上の実行待ち時間、ネットワーク待ち時間、CPU 待ち時間は考慮しない。

表 12 トランザクション当たりの応答時間見積り

処理名	トランザクション当たりの アクセスページ数	バッファヒット率	トランザクション当たりの応答 時間（ミリ秒）
処理 2	5,000	40%	24,200
処理 3	100	90%	89
処理 5	200	50%	810

3. テストデータの作成

主なテーブルのテストデータの作成要領を表 13 に示す。

表 13 主なテーブルのテストデータの作成要領

テーブル名	行数	テストデータの作成要領
住居	見積行数の 10 分の 1	<ul style="list-style-type: none"> ・住居番号は、1 からの連番を付与する。 ・住所などの文字列型の列には、その列の平均的な文字数を基準にランダムな文字列を生成して設定する。 ・外部キー列には、参照先のテーブルの主キー列に存在する値を設定する。 ・地域コードには、適切な列値を設定する。
配電回路	同上	住居に存在する住居番号ごとに、1~8 の回路番号を順に設定して行を追加する。回路名など他の列には任意の値を設定する。
買電	同上	住居に存在する住居番号ごと、3 年分の年月日ごとに、一定間隔の時、分を設定し、住居番号、年月日、時、分順に行を追加する。
発電、使用 電力	同上	配電回路に存在する住居番号、回路番号ごと、3 年分の年月日ごとに、一定間隔の時、分を設定し、住居番号、回路番号、年月日、時、分順に行を追加する。
機器ログ	同上	住居に存在する住居番号ごと、3 年分の連続する年月日ごとに、連続するログ番号を設定して、住居番号、年月日順に、1 日当たり平均 200 行を追加する。
日射量	見積行数と 同数	800 地点の緯度、経度は、地図上均等に分散するようにし、緯度・経度の組ごとに、3 年分の年月日、時の行を追加する。

4. 性能テストの結果

性能テストの実行結果を図 5 に示す。図 5 の処理の実行時間帯の列は、10 秒間を表し、網掛け部分は、その処理が 1 回以上実行された時間帯を表す。応答時間の実測値を表 12 の見積りと比較したところ、次の差異があった。

差異 1：処理 5 は、どの時間帯でもバッファヒット率が 90% を超え、応答時間は見積りの約 50 分の 1 だった。

差異 2：処理 3 は、図 5 中の ① 及び ② の時間帯で応答時間が見積りよりも長かった。

処理名	処理の実行時間帯																		
	0 分台				1 分台				2 分台				3 分台				4 分台		
処理 2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
処理 3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
処理 5	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
					①									②					

図 5 性能テストの実行結果

設問1　〔データベースの物理設計〕について、(1), (2)に答えよ。

(1) 表2の処理2では、比較対象住居を索引内で絞り込むようにしたい。そのために、“住居”テーブルに、主キー、外部キー以外の索引を一つ定義する。索引を構成する列名を定義順に答えよ。

(2) “3. テーブル構造の検討”について、次の①～③に答えよ。

① 予測について、本文中の a ~ c に入れる適切な字句を、本文中の用語を用いて答えよ。また、表9中の d ~ f に入れる適切な数値を答えよ。

② 対策について、追加するテーブルのテーブル構造を答えよ。解答に当たっては、巻頭の表記ルールに従うこと。

なお、“列1番、列2番、列3番、列4番”的ように、一定の規則で連続する列名は、“列1番, …, 列4番”的ように間を省略してもよい。また、買電、発電、使用電力を区別する列を用いる場合は、列名を“電力区分”とし、データ型をCHAR(1)とせよ。

③ ②のテーブルを使用して使用電力量照会を行う場合の読み込みページ数予測を行い、②のテーブルの最小読み込みページ数、最大読み込みページ数を答えよ。

設問2　〔問合せの検討〕について、(1), (2)に答えよ。

(1) 図3中の g ~ k に入れる適切な字句を答えよ。

(2) 表11中の l ~ o, 図4中の p に入れる適切な字句を答えよ。

設問3　〔性能テストの実施〕について、(1), (2)に答えよ。

(1) “3. テストデータの作成”について、次の①, ②に答えよ。

① “住居”テーブルの行数は見積行数の10分の1の行数となっている。この行数で本番環境の性能が推測できる理由を50字以内で述べよ。

② 表13の下線部について、地域コードに値を設定する上で留意すべき事項を具体的に50字以内で述べよ。

(2) “4. 性能テストの結果”の差異1, 差異2について、最も可能性が高いと考えられる差異の発生原因を、それぞれ具体的に50字以内で述べよ。