

問4 IoT 技術を活用した駐車場管理システムに関する次の記述を読んで、設問 1～4 に答えよ。

K 社は、大都市圏を中心に約 10 万台分の時間貸し駐車場（以下、駐車場という）を所有する駐車場運営会社である。K 社が所有する駐車場の“満車”，“空車”の状況や課金状況などは、K 社が構築した駐車場管理システムで管理している。K 社では、5 年後には所有する駐車場を約 20 万台分に拡大する計画に加え、新規事業の拡大や顧客サービスの向上策を検討することになった。

K 社の経営企画部で、顧客サービスの向上策を検討した結果、その一つとして、駐車場の利用状況を表示するスマートフォン向けアプリケーションソフトウェア（以下、駐車場アプリという）を開発することになった。

〔駐車場管理システムと駐車場アプリの仕様の検討〕

経営企画部の Lさんは、駐車場アプリを実現するために、既存の駐車場管理システムを拡張することを検討した。拡張する機能仕様とシステム要件の案の一部を表 1 に、駐車場アプリの仕様案の一部を表 2 に示す。

表 1 拡張する機能仕様とシステム要件の案（一部）

項番	機能仕様とシステム要件
1	駐車場全体の満車・空車情報に加えて、駐車できる個別のスペース（以下、パーキングスロットという）ごとに利用状況を確認できるセンサを設置して、利用状況を表示する。パーキングスロットに設置するセンサはバッテリー給電とする。
2	センサで温度・湿度・気圧などの環境情報を取得して、顧客が閲覧できるようにする。環境情報は、気象データの外販などの新規事業での活用を考慮して、最大 5 年分蓄積する。このシステムで受信可能なパーキングスロットごとの環境情報データのサイズは、1 回当たり最大 2,000 バイトとする。
3	センサからのデータの蓄積や駐車場アプリへのデータ提供のために、クラウドサービスを利用する。
4	全国 47 都道府県の主要な駅周辺の駐車場で、最大 20 万台分のパーキングスロットの情報が扱えるシステムとする。
5	最大 1,000 の駐車場アプリからの同時アクセスを可能とする。

表 2 駐車場アプリの仕様案（一部）

項番	仕様の概要
1	駐車場ごと、パーキングスロットごとの利用状況を表示する。
2	駐車場を指定して、問合せ時刻における駐車場全体の利用状況を表示する。
3	パーキングスロットの環境情報を付加情報として表示する。

Lさんは、表 1 及び表 2 の案を実現するために、パーキングスロットに設置する、センサを内蔵した通信端末（以下、端末 P という）の仕様を検討した。端末 P の仕様案の一部を表 3 に示す。

表 3 端末 P の仕様案（一部）

項目	仕様の概要
収集する情報とデータサイズ	一つのパーキングスロットの利用状況情報及び環境情報 1 回当たりに通信するデータサイズは、HTTP の場合 2,000 バイト
データ送信方式（候補）	HTTP, HTTPS (HTTP Over TLS), MQTT (Message Queuing Telemetry Transport), MQTTS (TLS で暗号化した MQTT)
無線通信方式（候補）	BLE, LPWA, LTE, Wi-Fi
保存可能なデータ量	2G バイト
電源方式	バッテリー給電

注記 1 各情報には、端末を特定する情報や日時情報などを含む。

注記 2 データサイズには、通信プロトコルなどの制御情報を含む。

〔無線通信方式の検討〕

Lさんは、表 3 に示す無線通信方式の候補から、表 1 の項番 4 の仕様を実現するために適切な方式を検討した。検討の過程を次に示す。

LTE は、携帯電話やスマートフォン向けのモバイル通信サービスで利用されている方式であり、全国 47 都道府県で利用可能である。

LPWA は、通信速度は a が、b の通信方式として、IoT 向けに低価格のサービスが普及している。LTE を活用した LPWA（以下、LTE-M 方式という）を利用すれば、LTE と同様に全国 47 都道府県で利用可能である。

Wi-Fi 及び BLE は、PC やスマートフォンの通信に利用されることが多い通信方式

である。BLE も b という特徴がある。しかし、いずれも、端末 P からクラウドサービスにデータを送信するために、別の無線通信や有線回線などと組み合わせる必要がある。

検討の結果、端末 P の通信方式には LTE-M 方式の LPWA 通信サービス（以下、LPWA 通信サービスという）を採用することにした。

〔LPWA 通信サービスの選択〕

端末 P で利用可能な LPWA 通信サービスでは、月間に使用できる最大データ通信量に応じて異なる料金プランが用意されていた。候補となった LPWA 通信サービスの料金プランを表 4 に示す。

表 4 端末 P で利用可能な LPWA 通信サービスの料金プラン

料金プランの名称	月間の最大データ通信量	通信料金（月額）
プラン A	100k バイト	150 円
プラン B	500k バイト	200 円
プラン C	2,000k バイト	300 円

注記 1 各料金プランとも、サービスエリアは 47 都道府県の主要駅周辺をカバーしている。

注記 2 消費電力量はいずれのサービスも同程度である。

注記 3 各料金プランとも、最大通信速度は上り下りともに 1,000k ビット／秒である。

表 2 の各仕様を満足させるために、端末 P からクラウドサービスにデータを送信する頻度は、パーキングスロットの利用状況が変わるごととし、1 分以内に送信することを基本とした。ただし、利用状況が長時間変わらない場合も環境情報の更新のために定期的に送信する。なお、1 台の端末 P 当たりの送信回数は、1 日 30 回を上限とした。また、使用するデータ送信方式は、表 3 の候補から HTTP を用いることにした。この仕様を満たした上で、HTTP 通信での通信料金が最も安くなる①LPWA 通信サービスの料金プランを選択した。

〔クラウドサービスへのデータ蓄積とサービス提供〕

表 2 の各仕様を実現するために、全てのパーキングスロットに端末 P を設置して、

〔LPWA 通信サービスの選択〕で検討した頻度でクラウドサービスにデータを送信し、蓄積することにした。

一方、駐車場アプリからクラウドサービスへのアクセスでは、利用者のスマートフォン 1 台あたりに必要な帯域は 64k ビット／秒と想定した。

結果として、クラウドサービスで使用する②通信帯域は、端末 P からのデータ収集と駐車場アプリ利用者のスマートフォンからのアクセスが同時に発生することを想定して、確保することにした。

また、クラウドサービスの③保存領域は、5 年後に計画されている拡大した駐車場の台数でも、環境情報が最大 5 年間保管できるように、確保することにした。

〔データ送信方式の検討〕

LPWA 通信でエラーが発生した期間に、送信すべきデータが欠損することを避けるために、端末 P に送信すべきデータを蓄積し、現在のデータを送信する際に、過去に送信できなかったデータを選別して、同時に送信することにした。送信エラーが続き、送信データ量の累積が c を超えないように、新しいデータから順に選んで送信することにした。

また、〔LPWA 通信サービスの選択〕で検討時に想定した HTTP では端末 P からクラウドサービスに送信するデータが暗号化されないことから、データ送信方式には、表 3 に示した候補から、④暗号化通信時に最も通信量の少ない方式を採用することにした。

L さんは、検討した実現方式を上司に説明し、承認された。

設問 1 本文中の a , b 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 遅い イ 省電力 ウ 大容量 エ 速い

設問 2 〔LPWA 通信サービスの選択〕について、(1)、(2)に答えよ。

(1) パーキングスロットの利用状況が変わった際に、端末 P からパーキングスロットの利用状況情報及び環境情報をクラウドサービスに HTTP 通信で 1 分

以内に送信するのに必要な最低限の通信速度は何ビット／秒か答えよ。答えは小数第 2 位を四捨五入して小数第 1 位まで求めよ。

- (2) 本文中の下線①で、選択した LPWA 通信サービスの料金プランの名称を、表 4 の料金プランの名称で答えよ。

設問 3 「クラウドサービスへのデータ蓄積とサービス提供」について、(1), (2)に答えよ。

- (1) 本文中の下線②で、クラウドサービスの HTTP 通信で必要となる最低限の通信帯域を解答群の中から選び、記号で答えよ。なお、対象とする通信は、端末 P からのデータ収集と駐車場アプリ利用者のスマートフォンからのアクセスだけとし、それ以外の通信は無視できるものとする。

解答群

ア 26.7M ビット／秒 イ 53.4M ビット／秒 ウ 64.0M ビット／秒

エ 90.7M ビット／秒 オ 117.4M ビット／秒 カ 128.0M ビット／秒

- (2) 本文中の下線③で、環境情報を保存するためにクラウドサービスで必要となる最低限の保存領域は、何 T バイトか答えよ。答えは小数第 2 位を四捨五入して小数第 1 位まで求めよ。

設問 4 「データ送信方式の検討」について、(1), (2)に答えよ。

- (1) 本文中の c に入れる適切な字句を 15 字以内で答えよ。

- (2) 本文中の下線④で採用したデータ送信方式を答えよ。

問4 クラウドストレージの利用に関する次の記述を読んで、設問1, 2に答えよ。

L社は、企業のイベントなどで配布するノベルティの制作会社である。L社には、営業部、制作部、製造部、総務部、情報システム部の五つの部があり、500名の社員が勤務している。また、社員の業務時間は平日の9時から18時までである。L社では、各社員が作成した業務ファイルは各社員に1台ずつ配布されているPCに格納しており、部内の社員間のファイル共有には部ごとに1台のファイル共有サーバ（以下、FSという）を利用している。

L社では、社員の働き方改革として、リモートワークの勤務形態を導入することにした。リモートワークでは、社外から秘密情報にアクセスするので、セキュリティを確保する必要がある。

そこで、L社では業務ファイルをPCに格納しない業務環境を構築することにした。PC内の業務ファイルをM社クラウドサービスのストレージ（以下、クラウドストレージという）に移行し、各PCからクラウドストレージにアクセスして、クラウドストレージ内のファイルを直接読み書きすることにした。また、FS内のファイルについてもクラウドストレージに移行することにした。クラウドストレージを利用した設計、実装、移行は、情報システム部のN君が担当することになった。

〔クラウドストレージ容量の試算〕

N君は、クラウドストレージに必要なストレージ容量を試算するために、PCやFSに格納済の業務ファイルの調査を行った。PCは、500台のPCから50台のPCをランダムに選定し、移行対象のファイルについて、ファイル種別ごとのディスク使用量を調査した。N君が調査した、PC1台当たりのファイル種別ごとのディスク使用量を表1に示す。

表1 PC1台当たりのファイル種別ごとのディスク使用量

項番	ファイル種別	ディスク使用量（Gバイト）
1	契約書・納品書などの文書ファイル	5
2	ノベルティの図面ファイル	5
3	イベント風景を撮影した写真や動画ファイル	10

FS については、5 台の FS について、ファイル種別ごとのディスク使用量とファイルの利用頻度ごとのディスク使用量の割合の調査を行った。FS 1 台当たりのファイル種別ごとのディスク使用量を表 2 に、ファイルの利用頻度ごとのディスク使用量の割合を表 3 に示す。ここで、利用頻度とは FS に格納済のファイルの年間読出し回数のことであり、ファイルの読出しは PC からファイルを参照する動作によって発生する。

表 2 FS 1 台当たりのファイル種別ごとのディスク使用量

項番	ファイル種別	ディスク使用量 (T バイト)
1	契約書・領収書・納品書などの文書ファイル	20
2	ノベルティの図面ファイル	30
3	イベント風景を撮影した写真や動画ファイル	50

表 3 ファイルの利用頻度ごとのディスク使用量の割合

項番	利用頻度 (回/年)	平均利用頻度 (回/年)	ディスク使用量の割合 (%)
1	1,000 回以上	1,200	10
2	500 回以上 1,000 回未満	750	5
3	100 回以上 500 回未満	300	5
4	100 回未満	55	80

この調査結果から、L 社の全ての PC や FS に格納済のファイルをクラウドストレージに移行すると、現時点では少なくとも a T バイトのストレージ容量が必要であることが分かった。

[クラウドストレージの利用費用の試算]

クラウドストレージでは、ストレージ種別によって利用料金が異なる。クラウドストレージの料金表を表 4 に示す。読出し料金とは、クラウドストレージに格納したファイルを読み出すときに発生する料金であり、PC からファイルを参照する動作によって発生する。

表 4 クラウドストレージの料金表

項番	ストレージ種別	年間保管料金 (円/G バイト)	読出し料金 (円/G バイト)
1	標準ストレージ	30	0
2	低頻度利用ストレージ	10	0.02
3	長期保管ストレージ	6	0.06

年間のクラウドストレージの利用費用は、次式で算出できる。

$$\text{年間保管料金} \times \text{保管 G バイト数} + \text{読出し料金} \times \text{読出し G バイト数}$$

ファイルの利用頻度に応じてストレージ種別を適切に選択することで、利用費用を抑えることができる。

N 君は、PC 内のファイルは標準ストレージに格納することにし、FS 内のファイルは利用頻度によって利用するストレージ種別を表 4 の項番 1～3 のストレージ種別から選択した。N 君が試算した、ストレージ種別ごとのデータ容量と利用費用を表 5 に示す。読出し G バイト数は、データ量×表 3 の平均利用頻度を用いて求めた。

表 5 ストレージ種別ごとのデータ容量と利用費用

項番	ストレージ種別	データ容量 (T バイト)	利用費用	
			年間保管費用 (千円/年)	読出し費用 (千円/年)
1	標準ストレージ	b	(省略)	0
2	低頻度利用ストレージ	(省略)	c	525
3	長期保管ストレージ	400	2,400	d

〔クラウドストレージの実現方式の検討〕

次に N 君は、クラウドストレージの実現方式を検討した。N 君が検討した、クラウドストレージの実現方式（案）を図 1 に示す。

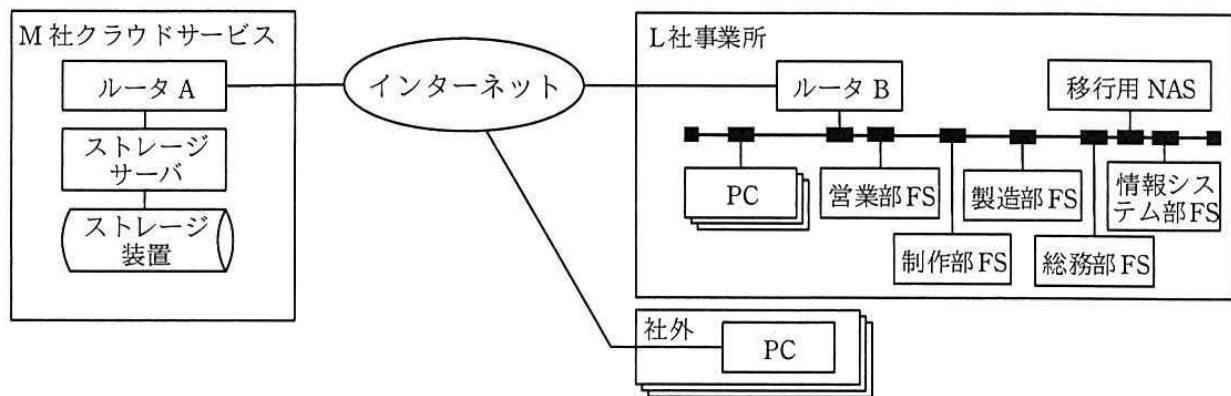


図1 クラウドストレージの実現方式（案）

M 社クラウドサービスにあるストレージサーバ，ストレージ装置，ルータ A を利用してクラウドストレージを実現する。ここで，ルータ A とルータ B の間は VPN で接続されており，平均 400 M ビット／秒の速度でデータを送受信できる。L 社事業所内の各機器は平均 800 M ビット／秒の速度でデータを送受信できる。また，社外からクラウドストレージを利用する場合には，PC とルータ A 間を VPN で接続し，通信路のセキュリティを確保する。

〔PC 内ファイルの移行方式の検討〕

N 君は PC 内のファイルのクラウドストレージへの移行方式を検討した。社員全員が一斉に PC 内のファイルを移行すると時間が掛かる。例えば，500 名の社員が自分の PC に格納済の 20G バイトのデータを，それぞれクラウドストレージにコピーする場合，各社員のデータが均等に伝送されるものとする，社員が PC でファイルのコピーの開始を指示してから全ファイルのコピーが完了するまでの時間は e 時間となる。

そこで N 君は，業務繁忙月を避けて 1 週間の移行期間を設定し，L 社事業所内に移行用 NAS を設置して移行する方式を検討した。移行期間には，500 名の社員を 100 名ずつ五つのグループに分け，グループごとに次の三つの作業を行うことでデータを移行する。

- 作業 1 業務時間内に各社員が PC 内のファイルを移行用 NAS にコピー
- 作業 2 業務時間外に移行用 NAS 内のファイルをクラウドストレージに移動
- 作業 3 各社員がクラウドストレージのファイルを確認し PC のファイルを削除

グループごとの移行スケジュールを図 2 に示す。

	1日目		2日目		3日目		4日目		5日目		6日目	
	業務 時間内	業務 時間外	業務 時間内	業務 時間外	業務 時間内	業務 時間外	業務 時間内	業務 時間外	業務 時間内	業務 時間外	業務 時間内	業務 時間外
グループ1	作業1	作業2	作業3		*		*		*		*	
グループ2			作業1	作業2	作業3		*		*		*	
グループ3					作業1	作業2	作業3		*		*	
グループ4							作業1	作業2	作業3		*	
グループ5									作業1	作業2	作業3	

注記 表中の*は社員がクラウドストレージを利用して業務を行うことを示す。

図 2 グループごとの移行スケジュール

N 君は、クラウドストレージの構築とファイルの移行の検討を終え、上司に報告し承認を得た。

設問 1 本文中の a 及び表 5 中の b ～ d に入れる適切な数値を整数で答えよ。なお、1 T バイトは 1,000 G バイトとする。

設問 2 [PC 内ファイルの移行方式の検討] について、(1)～(3)に答えよ。

- (1) 本文中の e に入れる適切な数値を答えよ。答えは、小数第 1 位を四捨五入して整数で求めよ。ただし、PC やクラウドストレージの読み込み、書き込みスピードは送受信速度に比べて十分に速いものとし、ほかの通信は無視できるものとする。また、1 G バイトは 1,000 M バイトとする。
- (2) N 君が検討した五つのグループに分けて移行する方式とすることで、ある社員がファイルのコピーの開始を指示してから移行用 NAS に全ファイルのコピーが完了するまでの時間は、500 名の社員がクラウドストレージに直接コピーする場合と比べて、何分の一に短縮されるか分数で答えよ。ただし、PC、クラウドストレージ、移行用 NAS の読み込み、書き込みスピードは送受信速度に比べて十分に速いものとし、ほかの通信は無視できるものとする。
- (3) 移行用 NAS からクラウドストレージへのファイルの移動を業務時間外に行う理由を、35 字以内で述べよ。ただし、移行用 NAS のデータ容量は十分に大きいものとする。

問4 クラウドサービスの活用に関する次の記述を読んで、設問1～4に答えよ。

J社は、自社のデータセンタからインターネットを介して名刺管理サービスを提供している。このたび、運用コストの削減を目的として、クラウドサービスの活用を検討することにした。

〔非機能要件の確認〕

クラウドサービス活用後も従来のサービスレベルを満たすことを基本方針として、その非機能要件のうち性能・拡張性の要件について表1のとおり整理した。

表1 性能・拡張性の要件（抜粋）

中項目	小項目	メトリクス（指標）
業務処理量	通常時の業務量	オンライン処理 ・名刺登録処理 1,000 件／時間、 データ送受信量 5M バイト／トランザクション ・名刺参照処理 4,000 件／時間、 データ送受信量 2M バイト／トランザクション
		バッチ処理 ・BI ツール連携処理 1 件／日
	業務量増大度	オンライン処理数増大率 ・1 年の増大率 2.0 倍
性能目標値	オンラインレスポンス	・名刺登録処理 10 秒以内、遵守率 90％ ・名刺参照処理 3 秒以内、遵守率 95％
	バッチレスポンス	・BI ツール連携処理 30 分以内

注記 BI：Business Intelligence

〔クラウドサービスの概要〕

クラウドサービスの一覧を表2に示す。

表2 クラウドサービスの一覧

サービス	特徴	料金及び制約
FW	インターネットからの不正アクセスを防ぐことを目的として、インターネットと内部ネットワークとの間に設置する。	・料金 1台当たり 50 円/時間
ストレージ	HTML, CSS, スクリプトファイルなどの静的コンテンツ, アプリケーションプログラム (以下, アプリケーションという) で利用するファイルなどを保存, 送受信する。	・料金 (次の合計額) 1G バイトの保存 10 円/月 1G バイトのデータ送信 10 円/月 1G バイトのデータ受信 10 円/月
IaaS	OS, ミドルウェア, プログラム言語, 開発フレームワークなどを自由に選択できる。設定も自由に変更できるので, 実行時間の長いバッチ処理なども可能である。ただし, OS やミドルウェアのメンテナンスをサービス利用者側が実施する必要がある。	・料金 1台当たり 200 円/時間
PaaS	OS, ミドルウェア, プログラム言語, 開発フレームワークはクラウドサービス側が提供する。サービス利用者は開発したアプリケーションをその実行環境に配置して利用する。配置されたアプリケーションは常時稼働し, リクエストを待ち受ける。事前の設定が必要だが, トランザクションの急激な増加に応じて, a できる。	・料金 1台当たり 200 円/時間 ・制約 1 トランザクションの最大実行時間は 10 分
FaaS	PaaS 同様, アプリケーション実行環境をサービスとして提供する。PaaS では, 受信したリクエストを解析してから処理を実行し, 結果をレスポンスとして出力するところまで開発する必要があるのに対して, FaaS では, 実行したい処理の部分だけをプログラム中で b として実装すればよい。また, a は事前の設定が不要である。	・料金 (次の合計額) 1 時間当たり 10 万リクエストまで 0 円, 次の 10 万リクエストごとに 20 円 CPU 使用時間 1 ミリ秒ごとに 0.02 円 ・制約 1 トランザクションの最大実行時間は 10 分。20 分間一度も実行されない場合, 応答が 10 秒以上掛かる場合がある。
CDN	ストレージ, IaaS, PaaS 又は FaaS からのコンテンツをインターネットに配信する。ストレージからの静的コンテンツは, 一度読み込むと, 更新されるまで c して再利用される。	・料金 (次の合計額) 1 万リクエストまで 0 円, 次の 1 万リクエストごとに 10 円 1G バイトのデータ送信 20 円/月

注記 FW: ファイアウォール

CDN: Content Delivery Network

〔システム構成の検討〕

現在運用中のサービスは、OS やミドルウェアが PaaS や FaaS の実行環境のものよりも 1 世代古いバージョンである。アプリケーションに改修を加えずに、そのままの OS やミドルウェアを利用する場合、利用するクラウドサービスは IaaS となる。

しかし、①運用コストを抑えるためにオンライン処理は PaaS 又は FaaS を利用することを検討する。PaaS 又は FaaS でのアプリケーションは、WebAPI として実装する。その WebAPI は、ストレージに保存されたスクリプトファイルが d と FW を介して Web ブラウザへ配信され、実行されて呼び出される。

バッチ処理については、登録データ量が増加した場合、②PaaS や FaaS を利用することには問題があることから、IaaS を利用することにした。

検討したシステム構成案を図 1 に示す。

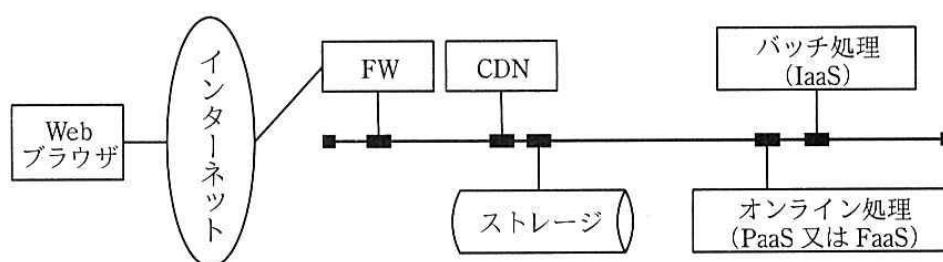


図 1 システム構成案

〔PaaS と FaaS とのクラウドサービス利用料金の比較〕

アプリケーションの実行環境として、PaaS 又は FaaS のどちらのサービスを採用した方が利用料金が低いか、通常時の業務量の場合に掛かる料金を算出して比較する。クラウドサービス利用料金の試算に必要な情報を表 3 に整理した。

表 3 クラウドサービス利用料金の試算に必要な情報

項目	情報
PaaS 1 台当たりの処理能力	性能目標値を満たす 1 時間当たりの処理件数 ・ 名刺登録処理 200 件／台 ・ 名刺参照処理 500 件／台
FaaS でオンライン処理を実行する場合の CPU 使用時間	・ 名刺登録処理 50 ミリ秒／件 ・ 名刺参照処理 10 ミリ秒／件

PaaS の場合、通常時の業務量から、オンライン処理に必要な最小必要台数を求めると、名刺登録処理では 5 台、名刺参照処理では 台となる。したがって、1 時間当たりの費用は 円と試算できる。

FaaS の場合、通常時の業務量から 1 時間当たりのリクエスト数と CPU 使用時間を求め、1 時間当たりの費用を試算すると、その費用は 円となる。

試算結果を比較した結果、FaaS を採用した。

〔オンラインレスポンスの課題と対策〕

クラウドサービスを活用したシステムの運用が始まるとすぐに、早朝や深夜にシステムを利用した際、はじめの画面は表示されるが名刺登録や名刺参照を実行すると、データが表示されるまでに 10 秒以上の時間を要することがある、との課題が報告された。クラウドサービスで提供されている各サービスのログを確認したところ、 の制約が原因であることが判明した。そこで、採用したクラウドサービスを別のものには変更せずに、③ある回避策を施したことで、課題を解消することができた。

設問 1 表 2 中の ～ に入れる適切な字句を答えよ。

設問 2 〔システム構成の検討〕について、(1)～(3)に答えよ。

(1) 本文中の下線①について、IaaS と比較して運用コストを抑えられるのはなぜか。40 字以内で述べよ。

(2) 本文中の に入れる適切な字句を、表 2 中のサービスの中から答えよ。

(3) 本文中の下線②にある問題とは何か。30 字以内で述べよ。

設問 3 本文中の ～ に入れる適切な数値を答えよ。

設問 4 〔オンラインレスポンスの課題と対策〕について、(1)、(2)に答えよ。

(1) 本文中の に入れる適切な字句を、表 2 中のサービスの中から答えよ。

(2) 本文中の下線③の回避策とは何か。40 字以内で述べよ。