

問8 クーポン券発行システムの設計に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

X社は、全国に約400店のファミリーレストランを展開している。X社の会員向けWebサイトでは、割引料金で商品を購入できるクーポン券を発行しており、会員数は1,000万人を超える。このたび、会員の利便性の向上や店舗での注文受付業務の効率向上のために、会員のスマートフォン宛てにクーポン券を発行することになった。

スマートフォン宛てにクーポン券を発行する新しいシステム（以下、新システムという）は、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、スマホアプリという）とサーバ側のWebアプリケーションソフトウェア（以下、Webアプリという）から構成され、Webアプリの開発は情報システム部門のY君が担当することになった。

〔新システムの利用イメージ〕

X社の会員は、事前に自分のスマートフォンにX社のスマホアプリをダウンロードし、インストールしておく。会員がクーポン券を利用する際は、スマホアプリに会員IDとパスワードを入力してログインする。ログインが完了すると、おすすめ商品と利用可能なクーポン券の一覧が表示される。会員が利用したいクーポン券を選択すると、QRコードを含むクーポン券画面が表示される。X社店舗の注文スタッフがQRコードを注文受付端末で読み取ると、割引料金での注文ができる。

〔Webアプリの処理方式の調査〕

Y君がWebアプリの実現方式を検討したところ、X社のWebサイトで利用しているブロッキングI/O型のWebサーバソフトウェア（以下、サーバソフトという）では、スマホアプリからの同時アクセス数が増えると対応できないことが分かった。

ブロッキングI/O型のサーバソフトでは、ネットワークアクセスやファイルアクセスなどのI/O処理を行う場合、CPUは低速なI/O処理の完了を待って次の処理を実行する。例えば、表1に示す、QRコードを作成するために必要なWebアプリの処理（以下、QRコード作成処理という）の場合、全体の処理時間の

a

 %がI/O処理の完了待ち時間となる。

表 1 QR コード作成処理

処理 番号	処理内容	開始条件	処理時間 (ミリ秒)	処理区分
1	会員のログイン状態を確認	なし	0.02	CPU 処理
2	スマホアプリからクーポン券番号を取得	処理 1 の完了	10	I/O 処理
3	クーポン券番号から QR コードの画像データをメモリに作成	処理 2 の完了	0.06	CPU 処理
4	QR コードの画像データを画像ファイルに書き出し	処理 3 の完了	3	I/O 処理
5	クーポン券番号を発行履歴としてデータベースに書き込み	処理 2 の完了	15	I/O 処理
6	スマホアプリに QR コードの画像ファイルを返信	処理 4 の完了	5	I/O 処理
7	QR コードの画像ファイルを削除	処理 6 の完了	2	I/O 処理

このため、ブロッキング I/O 型のサーバソフトでは、複数のスマホアプリにサービスを提供するために、プロセスやスレッドを複数生成している。しかし、プロセスやスレッドの数が増えると、プロセスやスレッドの切替え処理である b スイッチがボトルネックとなり、CPU やメモリを追加してもスマホアプリからの同時アクセスへの対応は困難となる。

そこで Y 君は、多数のスマホアプリからのアクセスを効率よく処理できるノンブロッキング I/O 型のサーバソフトの利用を検討した。ノンブロッキング I/O 型のサーバソフトでは、一つのプロセスやスレッドの中で、CPU は I/O 処理の完了を待たずに、実行可能なほかの処理を実行する。その結果、Web サーバは複数のプロセスやスレッドを生成する必要がなく、スマホアプリへも効率的にサービスを提供できる。

[リアクタパターンの調査]

ノンブロッキング I/O 型のサーバソフトで、Web アプリを動作させるためには、非同期処理の考え方に基づいたソフトウェア設計が必要である。そこで、Y 君は、ノンブロッキング I/O 型の処理を実現するデザインパターンの一つであるリアクタパターンについて調査した。図 1 に Y 君が調査したリアクタパターンの処理の流れを示す。

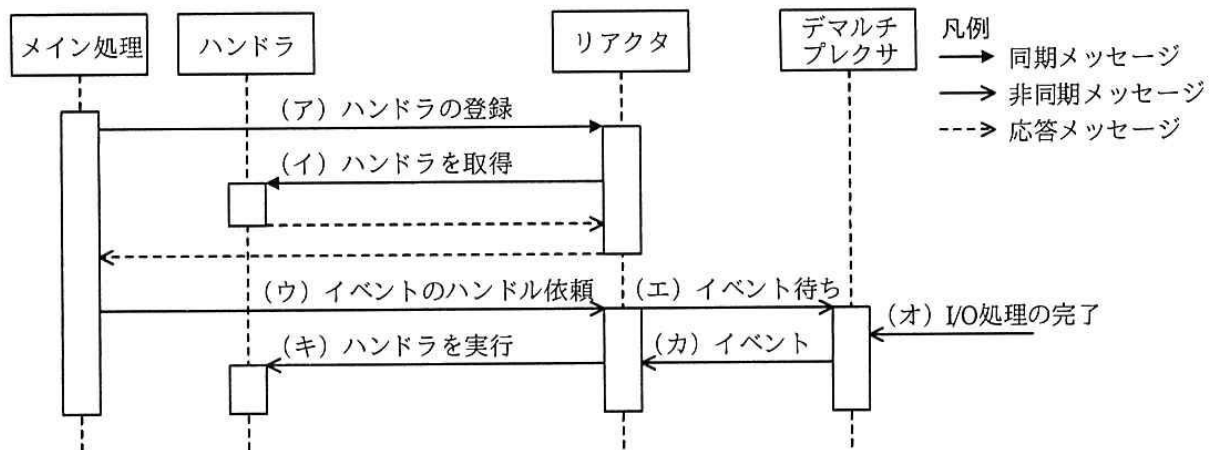


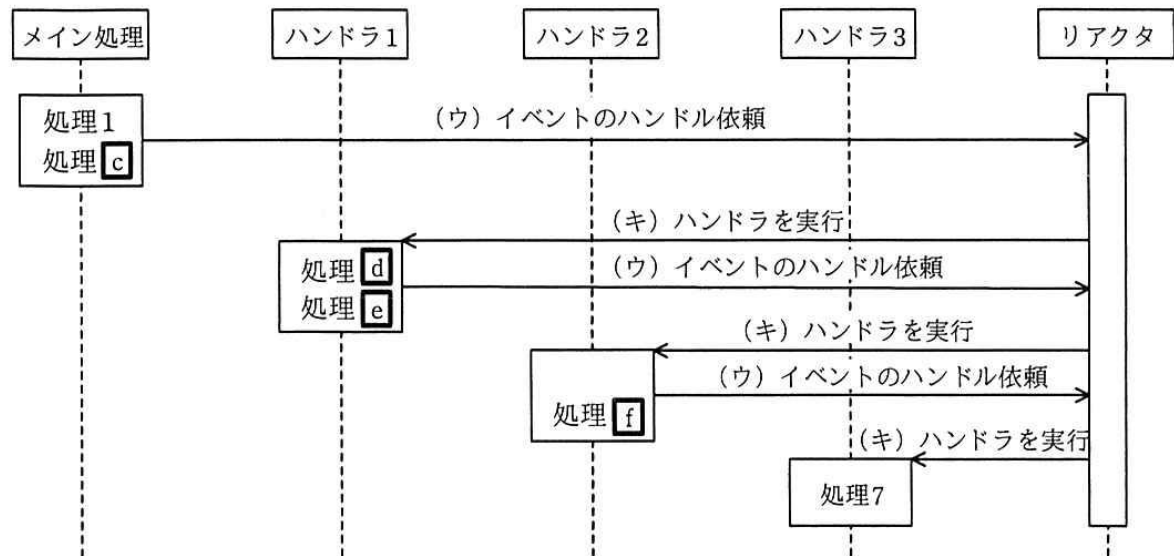
図1 Y君が調査したリアクタパターンの処理の流れ

I/O 処理の処理結果を利用する処理をハンドラとして定義する。次に、I/O 処理の完了待ちを依頼したいメイン処理が、①I/O 処理完了後に実行するハンドラ名を引数に“(ア) ハンドラの登録”を行うと、リアクタは“(イ) ハンドラを取得”する。次に、メイン処理がリアクタに“(ウ) イベントのハンドル依頼”を行うと、リアクタはデマルチプレクサに“(エ) イベント待ち”を指示する。デマルチプレクサは複数の I/O 処理の完了を一括して監視し、“(オ) I/O 処理の完了”を検知した場合には、対応する“(カ) イベント”をリアクタに発行する。イベントを受け取ったリアクタは“(キ) ハンドラを実行”する。メイン処理は、イベントのハンドル依頼を行った後は、I/O 処理の完了を待たずにほかの処理を実行できる。

リアクタパターンを適用する場合は、遅い I/O 処理の次に実行される処理をハンドラとして分割するのがよい。しかし、リアクタパターンに基づき設計されたプログラムは、②保守性が下がるおそれがある。

〔QR コード作成処理の設計〕

Y 君は、リアクタパターンを用いて、スマホアプリからのアクセスに対する応答時間が最小になるように、QR コード作成処理を設計した。図 2 に Y 君が設計した QR コード作成処理の流れを示す。



注記1 図1中の(ア),(イ)の同期メッセージは省略

注記2 図1中の(エ)～(カ)の非同期メッセージは省略

注記3 図1中の応答メッセージは省略

図2 Y君が設計したQRコード作成処理の流れ

その後 Y 君は、新システムの Web アプリの開発を完了させ、X 社の会員はスマートフォンを通じてクーポン券を利用することが可能となった。

設問1 [Web アプリの処理方式の調査] について、(1), (2)に答えよ。

- (1) 本文中の a に入れる適切な数値を答えよ。答えは、小数第3位を四捨五入して、小数第2位まで求めよ。
- (2) 本文中の b に入れる適切な字句を答えよ。

設問2 [リアクタパターンの調査] について、(1), (2)に答えよ。

- (1) 本文中の下線①について、関数呼出しの引数として渡される関数のことを何というか、解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

- | | |
|---------------|--------------|
| ア callback 関数 | イ static 関数 |
| ウ template 関数 | エ virtual 関数 |

- (2) 本文中の下線②について、プログラムの保守性が下がる理由を15字以内で述べよ。

設問3 [QRコード作成処理の設計] について、(1), (2)に答えよ。

- (1) 図2中の c ～ f に入れる適切な処理番号を、表1中の

処理番号を用いて答えよ。ただし、複数ある場合は全て答えよ。

- (2) 図 2 のように QR コード作成処理を設計した場合、処理 4～7 はどのような順序で完了するか、処理が早く完了する順にコンマ区切りで答えよ。

問8 データ中心設計に関する次の記述を読んで、設問 1～4 に答えよ。

X社は、30店舗をもつスーパーマーケットチェーンである。X社の店舗は、地域の顧客ニーズに合わせた商品選定、販売戦略によって、売上げを伸ばしている。

X社では、Web サイトで購入した商品を自宅に配送するサービス（以下、ネットスーパーという）を3年前から開始している。近年、他社も同様のサービスを開始し、競争が加熱している。

X社のネットスーパーを支える情報システム（以下、現行システムという）は、システム機能の追加や変更（以下、機能変更という）が多く、ソフトウェアが肥大化、複雑化している。そこで、X社では、顧客や店舗スタッフからの機能変更の要求に迅速に対応することを目的に、新しいネットスーパーシステム（以下、新システムという）を構築することにした。新システムの開発は、システム部門のY君が担当することになった。

〔システム設計方法の調査〕

Y君は、機能変更を繰り返しても、ソフトウェアの構造が複雑になりにくく、変更容易性の高いシステムが構築可能なデータ中心設計について調査した。

X社がこれまで採用してきた a 中心設計は、データの設計に先行して機能を設計し、機能に合わせて必要なデータを設計する手法である。この手法を用いると、業務要件が変わると機能もデータも変更が必要となる。

一方で、データ中心設計は、データの構造は機能と比較して変わりにくいという点に注目し、機能の設計に先行してデータの設計を行う手法である。データを中心に設計することで、機能変更時にもデータの変更を少なくできる。

〔現行システム機能の調査〕

Y君は、現行システムの三つの機能と機能変更の頻度について調査した。

(1) 顧客管理機能

顧客情報を登録、更新するための機能。顧客には、顧客種別として、個人顧客と法人顧客があり、個人顧客には一般個人顧客とX社電子マネーをもつ会員個人顧客がある。この機能は、過去3年間に顧客種別の追加に関する機能変更が1回だけあ

った。

(2) 商品表示機能

顧客へ商品を表示する機能。商品には、商品種別として、通常商品のほか、通常商品を束ねたセット商品、特売商品、タイムセール商品、事前に予約することによって通常商品を割引価格で購入できる事前予約商品、及び顧客の購入履歴から算出したお勧め商品がある。商品種別ごとに画面の表示方法が異なる。この機能は、顧客にX社のネットスーパーを選択してもらうための重要な機能であり、商品種別の追加に関する機能変更が多い。

(3) 購入機能

顧客が商品を購入し、料金を支払う機能。料金支払には、X社電子マネー、クレジットカード、銀行振込、3種類の外社の電子マネーが利用できる。この機能への機能変更は多くない。

〔概念データモデルの設計〕

Y君は、現行システム機能の調査及び現行システムの関係者に対するヒアリングを行い、新システムが管理するデータの概念データモデルを設計した。図1にY君が設計した概念データモデル（抜粋）を示す。

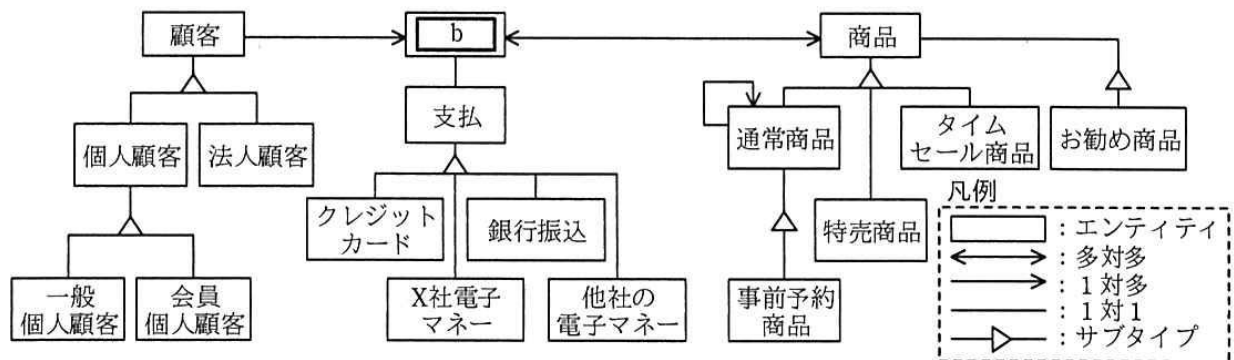


図1 Y君が設計した概念データモデル（抜粋）

この概念データモデルのうち、通常商品と事前予約商品は **c** 関係、通常商品とお勧め商品は **d** 関係である。

〔顧客管理機能の設計〕

Y 君は、顧客管理機能については、システム性能に重点を置きつつ、顧客管理機能への変更が他機能に与える影響を小さくする設計とした。図 2 に Y 君が設計した顧客管理機能の論理テーブルとソフトウェアのクラス図（抜粋）を示す。

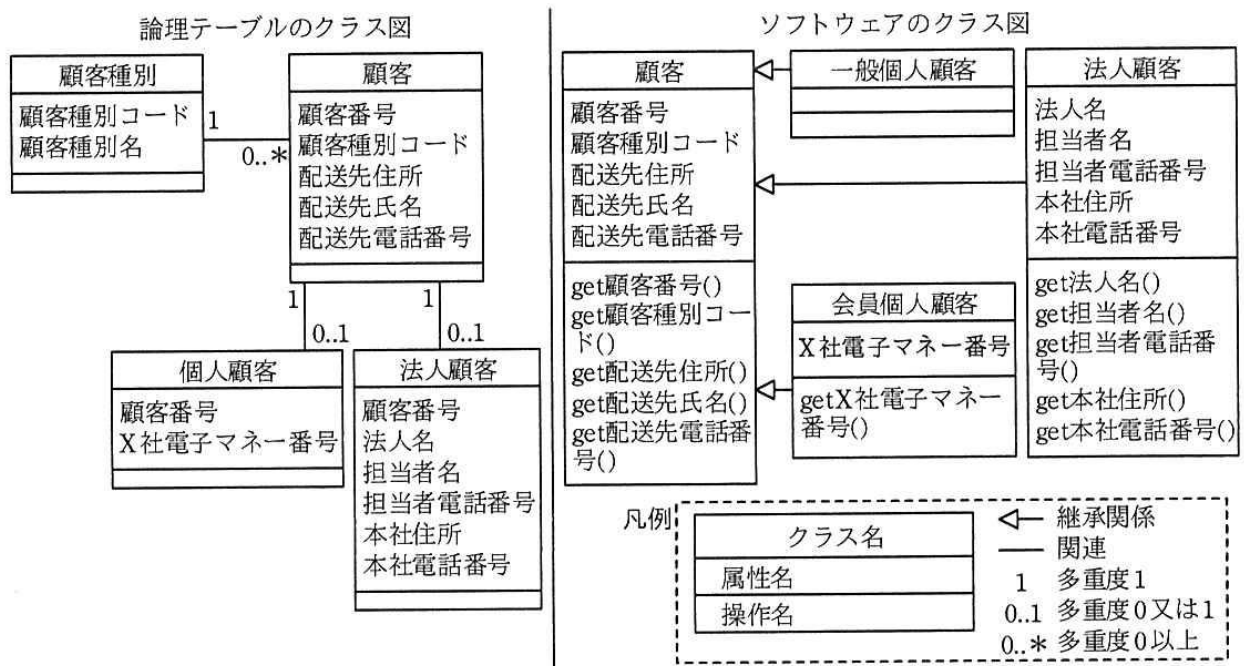
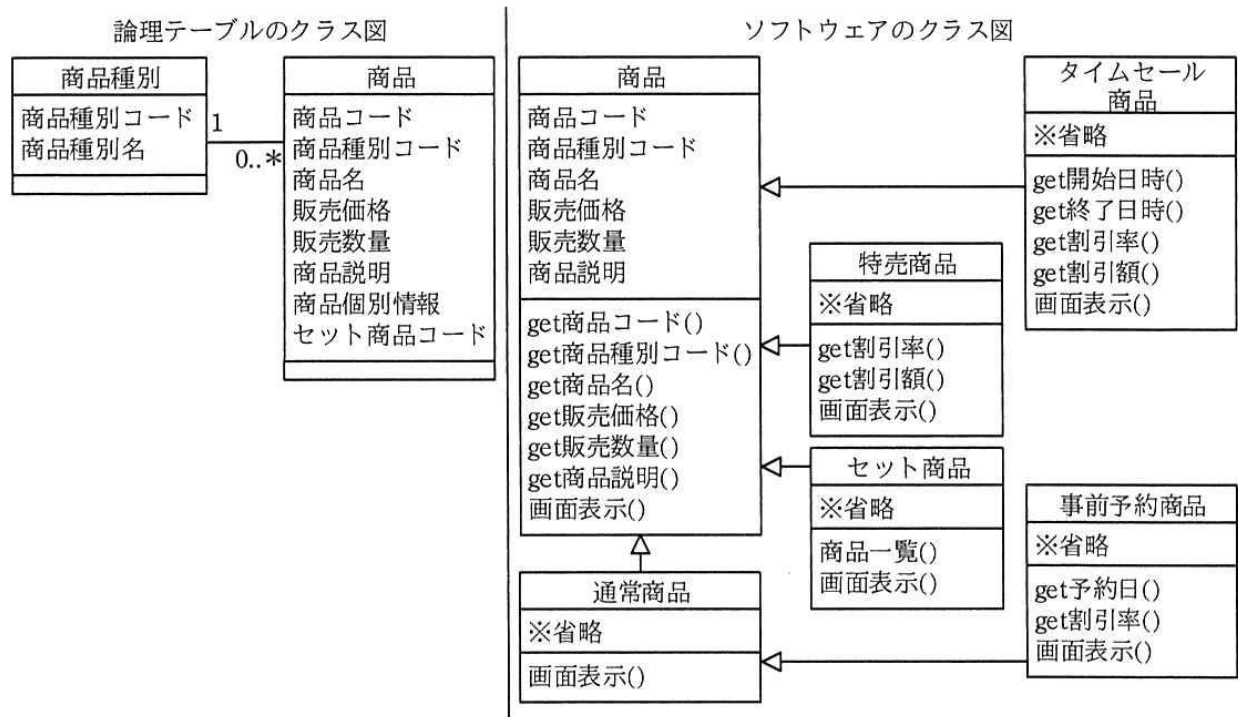


図 2 Y 君が設計した顧客管理機能の論理テーブルとソフトウェアのクラス図（抜粋）

Y 君は、顧客管理機能の論理テーブルとして、①顧客種別、顧客、個人顧客、法人顧客の四つのテーブルを設計した。また、ソフトウェアの設計として、②ソフトウェアの肥大化を防止するために顧客クラスを定義し、顧客クラスを継承するクラスとして一般個人顧客、会員個人顧客、法人顧客の三つのクラスを設計した。

〔商品表示機能の設計〕

Y 君は、商品表示機能は機能変更の頻度が高いことを考慮し、システム性能よりも変更容易性に重点をおいた設計とした。図 3 に Y 君が設計した商品表示機能の論理テーブルとソフトウェアのクラス図（抜粋）を示す。



注記 商品テーブルの商品個別情報属性には、商品種別ごとに異なる情報をまとめて格納する。

図3 Y君が設計した商品表示機能の論理テーブルとソフトウェアのクラス図（抜粋）

Y君は、商品表示機能の論理テーブルとして、③特売商品テーブル、セット商品テーブルなど商品種別ごとに多数のテーブルを作成するのではなく、商品種別と商品の二つのテーブルを作成し、運用環境へのリリース時の作業量を低減する設計とした。また、ソフトウェア設計としては商品クラスを定義するとともに、④商品種別ごとに個別のクラスを設計した。

その後Y君は、新システムの設計及び構築を完了させ、X社は新システムを用いたネットスーパーのサービスを開始した。

設問1 本文中の a に入れる，データ中心設計と対比される適切な字句を答えよ。

設問2 「概念データモデルの設計」について，(1)～(3)に答えよ。

- (1) 図1中の b に入れる適切な字句を「現行システム機能の調査」内の字句を使って答えよ。
- (2) 図1中の通常商品を始点とし通常商品を終点とする1対多の関連は何を意味するか「現行システム機能の調査」内の字句を使って答えよ。
- (3) 本文中の c，d 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 共存 イ 排他 ウ 包含

設問3 「顧客管理機能の設計」について，(1)，(2)に答えよ。

- (1) 本文中の下線①について，一般個人顧客と会員個人顧客を二つのテーブルに分けるのではなく個人顧客というテーブルとした理由として，ふさわしくないものを解答群の中から選び，記号で答えよ。

解答群

- ア 一般個人顧客と会員個人顧客で属性に大きな差がないから
- イ 顧客種別には，多くの変更が入らないことが予想されるから
- ウ テーブルへの列追加時に顧客管理機能のソフトウェアの影響調査の範囲が小さくなるから
- エ 販売実績の集計などを行う場合に，二つのテーブルではテーブル結合が多くなり，データベースサーバの負荷が大きいから

- (2) 本文中の下線②について，顧客クラスを定義することでソフトウェアの肥大化が防止できるのはなぜか，30字以内で述べよ。

設問4 「商品表示機能の設計」について，(1)，(2)に答えよ。

- (1) 本文中の下線③の設計とすることで，商品種別を追加した際に，運用環境へのリリース時にどのような作業を低減できるか，20字以内で述べよ。
- (2) 本文中の下線④について，Y君が商品種別ごとにクラスを定義した理由を，商品表示機能の特徴の観点から20字以内で述べよ。

問8 システム間のデータ連携方式に関する次の記述を読んで、設問1～5に答えよ。

バスターミナルを運営するC社は、再開発に伴い、これまで散在していた小規模なバスターミナルを統合した、新たなバスターミナル（以下、新バスターミナルという）を運営することになった。

C社が運営する新バスターミナルには、複数のバス運行事業者（以下、運行事業者という）の高速バス、観光バス、路線バスが発着する。このうち高速バスと観光バスは指定席制又は定員制であり、空席がない場合は乗車できない。乗車券の販売は、各運行事業者が用意する販売端末やホームページで行う。

新バスターミナルでは、新バスターミナルシステムとして、バスの発着を管理する運行管理システム、及びバスの発車時刻、発車番線、空席の有無などを利用者に案内する案内表示システムを導入することになり、C社の情報システム部に所属するD君が、運行事業者から空席の情報を取得するデータ連携方式の設計を行うことになった。

〔新バスターミナルシステムの概要〕

新バスターミナルシステムの概要を図1に示す。

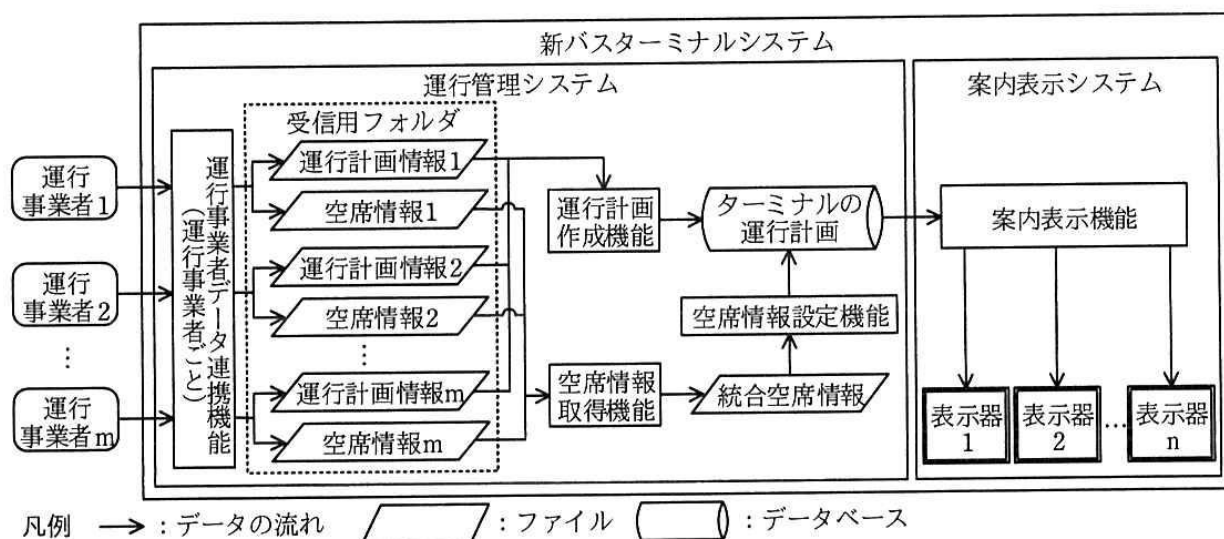


図1 新バスターミナルシステムの概要

運行管理システムがもつ案内表示に関連する機能を表1に、案内表示システムがもつ機能を表2に、表示器の表示項目の例を表3に示す。

表 1 運行管理システムがもつ案内表示に関連する機能

機能	概要
運行事業者データ連携機能	各運行事業者から月に 1 回提供される運行計画情報、及び各運行事業者との連携によって一定の間隔で得られる空席情報を運行管理システムに取り込む。取り込んだ情報を収めたファイルは、受信用フォルダに格納する。その際、運行事業者ごとに決められたファイル名を使用し、同名のファイルがある場合は、最新のファイルで上書きする。
運行計画作成機能	受信用フォルダに格納された各運行事業者の運行計画情報を基に、新バスターミナルを発着するバスの運行予定を表すターミナルの運行計画を月に 1 回作成する。このとき、ターミナルの運行計画の空席数には初期値として null を設定する。運休などの変更発生時は、運行事業者から C 社に変更情報が送付され、ターミナルの運行計画を変更する。作成したターミナルの運行計画は、案内表示システムからも参照が可能である。
空席情報取得機能	受信用フォルダに格納された高速バスや観光バスを運行する運行事業者の空席情報ファイルを取得し、情報を併合して、高速バス、観光バスの発車日、便ごとの識別情報と空席数を保持する統合空席情報ファイルを作成する。一部の運行事業者の空席情報ファイルが取得できない場合は、取得できた分だけで統合空席情報ファイルを作成する。
空席情報設定機能	統合空席情報ファイルに格納された発車日、便ごとの空席数を基に、ターミナルの運行計画に空席数を設定する。情報は上書きする。統合空席情報ファイルに空席数の情報がない便は、何もしない。

表 2 案内表示システムがもつ機能

機能	概要
案内表示機能	ターミナルの運行計画を基に、表 3 の例のように表示器に出発便の案内表示を行う。表示器は複数の場所に設置されていて、総合案内所や乗り場などの設置場所によって表示の仕方を変える。ターミナルの運行計画に空席数が設定されている便については、空席数に対応する空席記号（○，△，×）を表示する。表示する空席記号は別途定義するしきい値によって決定する。ターミナルの運行計画の空席数が null の場合は、“—” を表示する。

表 3 表示器の表示項目の例

発車時刻	種別	路線・行先	運行事業者	発車番線	空席記号
12:00	高速バス	路線 A ○○行	F 社	1	○
12:30	路線バス	路線 B □□行	E 社	4	—
12:45	観光バス	■■周遊コース	H 社	2	×
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

〔運行事業者の概要と連携機能の有無〕

運行事業者データ連携機能の空席情報を取得する処理について、運行事業者が空席情報を含むデータの連携機能をもつ場合には、それを活用する方針とした。そこで、D 君は、高速バス、観光バスの運行事業者である E 社、F 社、G 社、H 社について、運行している全てのバスの種別と連携機能の有無を調査した。調査結果を表 4 に示す。

なお、高速バス、観光バスの運行事業者は上記の 4 社だけであるが、路線バスだけを運行する運行事業者である S 社、T 社が存在する。

表 4 E 社, F 社, G 社, H 社の調査結果

運行事業者	種別	空席情報に関する連携機能の有無
E 社	高速バス 路線バス	高速バスについて、空席情報を含むファイルを作成し、ファイル転送を行う機能がある。 ファイル形式は固定長、ファイルの文字コードはシフト JIS コードである。
F 社	高速バス	要求を受け付け、便ごとの空席数を回答する API を提供している。 回答の形式は XML、文字コードは UTF-8 である。
G 社	高速バス 観光バス	高速バス、観光バスについて、空席情報を含むファイルを作成する機能がある。 ファイル形式は CSV、ファイルの文字コードは UTF-8 である。
H 社	観光バス	空席情報に関するファイル作成や API の機能はない。 ただし、H 社 Web ページに便ごとの空席情報を掲載している。

E 社, F 社, G 社の空席情報の連携機能が提供しているデータ項目の書式と例を表 5 に示す。

表 5 空席情報の連携機能が提供しているデータ項目の書式と例（抜粋）

運行事業者	書式／例	発車日	発車時刻	路線コード	便コード	空席数	座席数
E 社	書式	YYYYMMDD	hhmm	3 桁	3 桁	4 桁	4 桁
	例	20220510	1200	101	200	0020	0040
F 社	書式	YYMMDD	hhmm	5 桁 ¹⁾		可変長	可変長
	例	220510	1300	90001		10	30
G 社	書式	YYYY-MM-DD	hh:mm	3 桁	2 桁	可変長	可変長
	例	2022-05-10	18:00	301	10	8	40

注記 複数の種別のバスを運行する運行事業者は、路線コードと便コードを共通の書式で管理している。

注¹⁾ F 社は一つのコードで路線と便を管理している。

〔データ項目の検討〕

D 君は、表 5 の情報を基に、運行管理システムが運行事業者から取得する空席情報ファイルのレコード構成、データ項目を検討した。

- ・空席情報ファイルは、ヘッダレコード 1 件と必要な数のデータレコードから成り、ヘッダレコードには、作成日、作成時刻に加え、データレコード件数を含めることにした。
- ・路線コード、便コードが運行事業者間で重複しないよう、二つのコードを結合し、運行事業者ごとのコードを付加した一つのコード（以下、統合便コードという）として取り扱うことにした。この統合便コードは、新バスターミナルシステム全体で使用する。この検討において、①表 5 の運行事業者以外の情報も調査し、問題がないことを確認した。
- ・②ファイル形式は CSV 形式、文字コードは UTF-8 とし、各項目の書式を揃えた。

空席情報ファイルのデータレコードの内容を表 6 に示す。

表 6 空席情報ファイルのデータレコードの内容

発車日	発車時刻	統合便コード	空席数	座席数
YYYYMMDD	hhmm	路線コードと便コードとを結合した文字列の先頭に、運行事業者ごとのコード一文字（運行事業者コード：E, F, G, H, …）を付加して、8 桁のコードにする。桁数が 8 桁に満たない場合は、運行事業者コードの後にゼロパディングを行う。	可変長	可変長

〔連携方法の検討〕

D 君は、連携方法について、それぞれの運行事業者と調整を行った。H 社については運行する便数が少ないこともあり、開発費用が比較的安価である③Web ページから情報を抽出する方法を用いることにした。連携方法に関する調整結果を表 7 に示す。

表 7 連携方法に関する調整結果

運行事業者	概要
E 社	E 社サーバが E 社の空席情報を含むファイルを C 社向けに変換し、E 社サーバ内に格納する。 E 社サーバが 5 分ごとに FTP で E 社サーバ内の空席情報ファイルを C 社サーバ内の受信用フォルダに送信する。
F 社	C 社サーバが 5 分ごとに F 社 API で空席情報を要求し、API の回答から F 社の空席情報ファイルを作成して C 社サーバ内の受信用フォルダに格納する。
G 社	G 社サーバが G 社の空席情報を含むファイルを C 社向けに変換し、G 社サーバ内に格納する。 C 社サーバが 5 分ごとに FTP で G 社サーバ内の空席情報ファイルを取得し、C 社サーバ内の受信用フォルダに格納する。
H 社	C 社サーバが 5 分ごとに H 社 Web ページから空席情報を取得し、H 社の空席情報ファイルを作成して C 社サーバ内の受信用フォルダに格納する。

〔空席情報取得機能と空席情報設定機能の処理について〕

D 君が検討した空席情報取得機能と空席情報設定機能を用いた空席情報ファイルの取得から設定の処理について、図 2 に示す。

- (1) 受信用フォルダの空席情報ファイルを基に、空席情報を発車日、発車時刻順に格納した統合空席情報ファイルを作成する。
- (2) (1)で使用した運行事業者ごとの空席情報ファイルを、退避用のフォルダに移動し、受信用フォルダから削除する。
- (3) (1)で作成した統合空席情報ファイルを読み込み、ターミナルの運行計画と照合する。発車日、統合便コードが一致するターミナルの運行計画に空席数を設定する。

図 2 空席情報ファイルの取得から設定の処理の検討内容

表 7 及び図 2 で検討した処理について、情報システム部内でレビューを実施したところ、次のような指摘があった。

- (i) 運行事業者とのデータ連携において FTP によるファイル転送を用いる場合は、ファイル全体が正しく転送されたことを確認する必要がある。
- (ii) 特定の運行事業者から空席情報が取得できなかった場合、その運行事業者のバスについて表示器に古い空席記号が表示され続けてしまう。

D 君は、(i)の指摘に対して運行事業者データ連携機能に空席情報ファイルの a と b が一致することを確認する処理を追加する対策案、及び(ii)の指摘に対して④図 2 の処理(3)の最初に新たな処理を追加する対策案の検討を行い、再度レビューを実施した。

D 君は対策案が承認された後、後続の開発作業に着手した。

設問 1 「データ項目の検討」について、(1)、(2)に答えよ。

- (1) 本文中の下線①について、表 5 以外に調査した運行事業者を全て答えよ。
- (2) 表 5 の G 社の例について、発車日、発車時刻、統合便コード、空席数を表 6 に合わせて変換した場合の変換後の値を答えよ。

設問 2 本文中の下線②について、CSV ファイルの特徴として適切なものを解答群の中から全て選び、記号で答えよ。

解答群

- ア XML ファイルと比較して、1 レコード当たりのデータサイズが小さい。
- イ XML ファイルと比較して、処理速度が遅い。
- ウ 固定長ファイルと比較して、項目の桁数や文字数に関する自由度が低い。
- エ 固定長ファイルと比較して、処理速度が遅い。

設問 3 本文中の下線③の名称として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 WAI
- イ Web API
- ウ Web コンテンツ
- エ Web スクレイピング

設問 4 本文中の a , b に入れる適切な字句を、20 字以内で答えよ。

設問 5 本文中の下線④で追加した処理の内容を 35 字以内で述べよ。