

ドメイン分析に基づく仕様再利用手法

名 取 万 里[†] 加 賀 谷 聡[†] 本 位 田 真 一[†]

ドメイン分析を活用した仕様再利用手法について述べる。事務処理ドメインを事例としてドメイン分析を行い、この結果を反映させて、要求定義モデルおよび仕様再利用モデルを提案する。要求定義モデルは、要求定義の作業手順と要求仕様の仕様記述法を提供する。仕様再利用モデルは、仕様の部品化の指針および再利用手順を提供する。ここで再利用手順とは、熟練技術者が経験的に獲得した望ましい再利用プロセスを記述した「再利用履歴」によるものである。これらのモデルを実アプリケーション開発に適用し、モデルの有効性を評価する。評価により、これらのモデルが仕様の再利用を促進することを明らかにする。また、ドメイン分析を行うことにより、仕様再利用モデルの適用可能性を判断でき、適用効果が向上することを明らかにする。

Reuse of Requirements Specification Based on Domain Analysis

MARI NATORI,[†] AKIRA KAGAYA[†] and SHINICHI HONIDEN[†]

This paper presents a technique for reusing requirements specification based on domain analysis. In this paper, an analysis of business software application domain is given. Then a requirements definition model and a specification reuse model are proposed. The former model provides a procedure for the requirements definition phase and a representation method for requirements specification. The latter model provides a method for extracting reusable specification patterns from existing requirements specifications and appropriate processes for reusing the patterns as "reuse histories". These two models are evaluated through experimental applications. Results show that they enable to improve software reuse, and that domain analysis clarifies the application scope of the specification reuse model; it also facilitates the effectiveness of the model.

1. はじめに

既存のソフトウェア資産を有効に活用するための手法として、ソフトウェアの再利用技術が研究されている^{1),2)}。ソフトウェアの再利用の対象には、ソースコードだけではなく、仕様や設計情報も含まれる³⁾。これらの上流工程の成果物の再利用は、ソースコードの再利用と比較して、プログラミング言語に依存せず⁴⁾、品質の作り込みにも有効である。そこで、本稿では、上流工程の成果物である要求仕様書の再利用に着目する。

ところで、実際のアプリケーションシステムの開発には、種々の異なるドメインに共通した汎用的な知識よりも、そのアプリケーションのドメイン知識の方が多く使用されている⁵⁾。したがって、既存のソフトウェア資産を有効に活用するためには、(a) ドメインに適

した要求仕様書を作成すること、(b) ドメインに適した仕様部品を抽出すること、(c) ドメインに適した再利用手順を提供することが必要である。

ドメイン知識を明らかにし、ソフトウェアの再利用を促進する手段として、ドメイン分析技術が注目されている^{6),7)}。そこで、本稿では、(a)～(c)を解決するために、事務処理ソフトウェアを事例としてドメイン分析を行う。ドメイン分析の結果を反映させ、(a)の解決のために、要求定義モデルを提案する⁸⁾。要求定義モデルは、ドメインに適した要求定義工程の作業手順と要求仕様書の仕様記述法を提供する。さらに、(b)および(c)の解決のために、仕様再利用モデルを提案する^{9),10)}。仕様再利用モデルは、ドメインに適した仕様の部品化の指針および再利用履歴による再利用手順を提供する。仕様再利用モデルの仕様の部品化の指針に従うことによって、(b)の課題を解決することができる。また、仕様再利用モデルでは、再利用手順として、熟練技術者が経験的に獲得した望ましい再利用プロセス（仕様部品の組合せ手順および、仕様の修正の手順）を記述した履歴である「再利用履歴」を再利

[†] (株) 東芝 研究開発センター システム・ソフトウェア生産技術研究所

Systems and Software Engineering Laboratory, Research and Development Center, Toshiba Corporation

用することを提案する。この再利用履歴を再利用することにより、(c) の課題を解決することができる。

以下、2章で、事務処理ソフトウェアを対象として、ドメイン分析を行う。3章では、2章のドメイン分析の結果を反映させて、要求定義工程における作業手順と仕様記述法を提供する要求定義モデルを提案する。4章では、ドメイン分析の結果を反映させて、仕様の部品化の指針と、再利用履歴による再利用手順を提供する仕様再利用モデルを提案する。5章では、要求定義モデルおよび仕様再利用モデルを、実アプリケーション開発に適用した結果を示し、これらのモデルの有効性を評価する。6章では、本研究と関連する研究を取りあげて比較する。7章では、本研究のまとめを示し、今後の課題を整理する。

2. ドメイン分析

本章では、事務処理ソフトウェアを事例としてドメイン分析を行う。ドメイン分析により、熟練技術者の要求定義工程における思考過程と仕様再利用過程を抽出する。本稿では、熟練技術者および初級技術者を次のように定義する。

- 熟練技術者：
 - － アプリケーションシステムの開発歴が十年以上である。
 - － 同一ドメインのアプリケーションシステムを3回以上開発した経験がある。
 - － 効率の良い再利用手順を経験的に把握している。
- 初級技術者：
 - － 入社2～3年目である。
 - － あるドメインのアプリケーションシステム開発をはじめて行う。
 - － 対象ドメインについての業務用語の意味および要求仕様の内容を理解することができる。
 - － 開発経験が少ないため、再利用手順は把握していない。

2.1 事務処理ソフトウェア開発の特徴

事務処理ソフトウェアは、業種の観点からは、金融、流通、官公需に分類され、業務内容の観点からは、人事、在庫、経理、販売などに分類される。事務処理ソフトウェアの流通・販売系分野には、ギフト、宅配、通信販売などのシステムがある。本研究では、事例としてギフトシステムを取りあげる。

ギフトシステムは、百貨店の贈答品取扱い部門の業務を支援する。この部門では、お中元やお歳暮のシーズン開始前に、実績顧客リストを作成し、顧客に注文

用紙を発送する。シーズン中は、顧客からの注文を伝票にして、配送センターに送付する。シーズン終了後は、実績顧客リストを更新する。ギフトシステムは、贈答品受注業務、配送伝票発行業務、マスタファイル保守業務などを行う。

仕様の再利用性の観点から、ギフトシステムは次の特徴を持つ。

- ギフトシステムの業務は、百貨店が異なっても類似している。したがって、各業務の仕様から、複数の百貨店に共通した基本部分を抽出することができる。
- あるギフトシステムの各業務の仕様から、上記の基本部分を除いた部分には、ある百貨店に固有の特徴が現れる。
- ギフトシステムの各業務の仕様には、一般の事務処理で活用される住所氏名入力などの処理が現れる。
- 1つのギフトシステム内においても、関連または類似する業務がある。たとえば、「受注入力」、「受注修正」、「受注照会」業務は「受注」に関する操作の観点から関連している。また、シーズン中に得た顧客情報を、シーズンオフに慶弔用に適用するため、シーズンオフ業務とシーズン中業務の仕様は類似している。

熟練技術者へのインタビューによると、以上のギフトシステムの特徴は、事務処理の流通・販売系分野にも共通していることが明らかになった。これらの特徴をふまえて、要求定義工程において熟練技術者の思考過程および、仕様再利用過程を抽出した。

2.2 熟練技術者の思考過程

熟練技術者は、要求定義工程において、(1) 時間順序、(2) 画面遷移、(3) ファイル構成の観点から思考している。各観点からの思考過程は次のようにまとめることができる(図1参照)。

- (1) 業務をシーズン、月、日などの時間単位に基づいて分割する。
- (2) (1)で分割した業務ごとに、その業務の振舞いを画面遷移により考察する。
- (3) (2)の画面に表示されるデータとそのデータの処理を抽出し、ファイル構成を考察する。

2.3 熟練技術者の仕様再利用過程

インタビューによると、熟練技術者は、過去に開発した複数のシステムの仕様から、必要な部分を抜き出して再利用することは少なく、業務機能構成やファイル構成の観点で、最も類似性の高い1つのシステムの仕様書全体を再利用する。熟練技術者は、再利用する

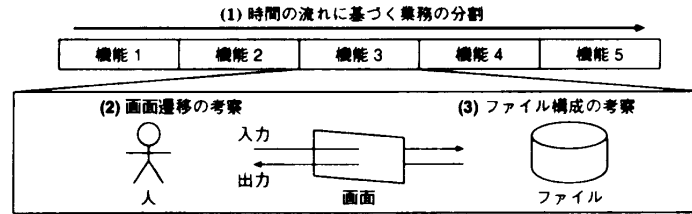


図1 要求定義工程における熟練技術者の思考過程

Fig. 1 Thinking process of adept system engineers in the requirements definition phase.

1つのシステムが決定すると、経験的に獲得したノウハウを駆使して、仕様書を再利用する。そのようなノウハウの1つとして、過去の仕様の再利用プロセスを再利用することがあげられる。そこで、まず、熟練技術者の仕様再利用の事例を示し、さらに、彼等がどのようにして仕様の再利用プロセスを再利用するのかを示す。また、仕様再利用プロセスの再利用を成功させるための指針を示す。なお、ここでは、過去に開発したX百貨店向けのギフトシステム（以後、Xギフトシステムと呼ぶ）の仕様を再利用して、Y百貨店向けのギフトシステム（以後、Yギフトシステムと呼ぶ）の仕様を作成することを事例とする。

2.3.1 仕様再利用の方法

Yギフトシステムの「受注入力」業務と「受注照会」業務の仕様を作成する方法には、次の2通りが考えられる。1つは、図2の(1)と(2)に示す方法であり、もう一方は、図2の(1')と(2')に示す方法である。前者は次のとおりである。

- (1) 「受注入力」の基本部分と、Yギフトシステムに固有の部分を組み合わせ、Yギフトシステムの「受注入力」の仕様を作成する。
- (2) Yギフトシステムにおいて、「受注入力」の仕様を修正し、「受注照会」の仕様を作成する。
後者は次のとおりである。
- (1') Xギフトシステムの「受注入力」の仕様を修正し、Yギフトシステムの「受注入力」の仕様を作成する。
- (2') Xギフトシステムの「受注照会」の仕様を修正し、Yギフトシステムの「受注照会」の仕様を作成する。

なお、図2において、楕円形およびそれらの断片は、仕様を表す。記号“+”は仕様の合成を表し、矢印は仕様再利用のプロセスを表す。熟練技術者によると、前者の方法(1)と(2)の方が、後者の方法(1')と(2')よりも効率が良いという。前者は、Yギフトシステムに固有の部分を初めに1回考慮すればよい。しかし、後者は、「受注入力」と「受注照会」を作成するごとに、Yギフトシステムに固有の部分を考慮する

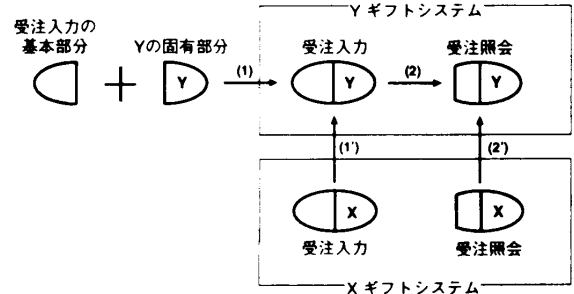


図2 仕様再利用の方法

Fig. 2 Reuse method for specifications.

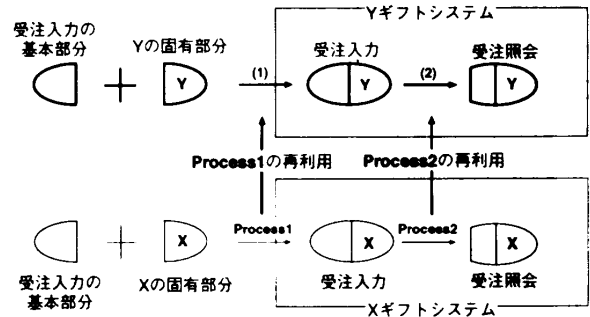


図3 再利用プロセスを再利用する方法

Fig. 3 Reuse method for reuse process.

必要がある。

2.3.2 仕様再利用プロセスの再利用方法

熟練技術者は、2.3.1項で示した効率の良い再利用方法を獲得するために、Xギフトシステムの仕様を作成する際にたどった仕様再利用プロセスを再利用する。図3に、仕様再利用プロセスを再利用する手順を示す。図3の表記法は、図2と同様である。熟練技術者は、「受注入力」と「受注照会」の仕様を作成する手順を獲得するために、図3の「Process1」と「Process2」を、それぞれ再利用する。図4に、図3で示した仕様再利用プロセスの再利用方法の事例を示す。図4において、記号(*), (X0)~(X2), (Y0)~(Y2)は、画面遷移図を示し、その他の表記法は図2と同様である。プロセスの再利用手順は、(1)「Process1」を再利用する、(2) (*)と(Y0)を組み合わせる(Y1)を作成する、(3)「Process2」を再利用する、(4)

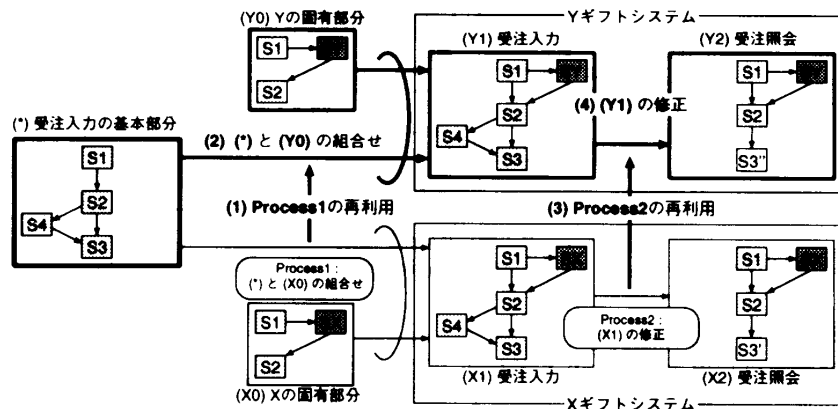


図4 再利用プロセスを再利用する事例

Fig. 4 Example of reuse method for reuse process.

(Y1) を修正して (Y2) を作成する，となる。

2.3.3 仕様再利用プロセスの再利用の指針

熟練技術者へのインタビューから考察すると，仕様再利用プロセスの再利用を成功させるには，業務の特徴を明らかにすること，洗練された仕様部品を用意すること，洗練された再利用プロセスを用意することが必要である．このためには，次の観点でドメイン分析を行う必要がある。

<観点>

- あるドメインのアプリケーションシステム群が共通して持つ業務機能構成を明らかにする。
- 上記の業務を，基幹業務，補助業務，保守業務に分類する。
- 各業務の仕様（属性，振舞い）を明らかにする。
- 各業務の仕様から，同じドメインのアプリケーションシステムに共通した基本部分と，あるアプリケーションシステムに固有の部分とを抽出し，これらの接続部分を明らかにする。
- 業務間の階層関係および順序関係，ある業務とそれから派生した業務の関係を抽出する。
- 業務の重要性，業務間の関連の度合い，作成効率を考慮して，各業務の仕様の作成順序を決定する。
- 各業務の仕様の作成方法（仕様の組合せ/仕様の修正/新規作成）を決定する．さらに，各方法について，以下の項目を明らかにする。
 - － 仕様の組合せの場合：組合せに必要な仕様名，それらを組み合わせて作成できる仕様名。
 - － 仕様の修正の場合：修正する仕様名，それを修正して作成できる仕様名。

上記のドメイン分析によると，使用実績のある仕様抽出され，エラーを生じさせないような組合せがしやすい．たとえば，図4 (*) と (Y0) は，使用実績から，組み合わせるための接続部分（画面 S1 と画面

S2) が明らかになり，組合せ方は1通りに定まる。

また，ある業務の仕様を再利用して，別の業務の仕様を作成する際に，各業務の違いが明らかになっていれば，仕様の修正箇所を把握しやすい．たとえば，図4 (Y1) 受注入力に修正して，(Y2) 受注照会を作成する場合を考える．上記の観点でドメイン分析を行うことにより，(X2) 受注照会は，入力された受注情報を照会する機能であること，(X1) 受注入力の事前リスト照会画面は，受注照会では受注リスト照会画面となること，受注照会では，住所氏名入力処理を行わないことが明らかになる．また，これらの違いは仕様 (X1) および (X2) に反映される．したがって，既存の仕様の違いに着目すれば，初級技術者でも，図4 (Y1) において事前リスト照会画面に相当する画面名を変更し，住所氏名入力処理に相当する処理を削除することによって，(Y2) を作成するという修正の手順を把握できる。

上記の観点によるドメイン分析は，仕様の組合せと仕様の修正の視点で再利用プロセスを捉えるため，簡潔な再利用プロセスの抽出に適している．初級技術者にとって，再利用プロセスは，ノウハウが簡潔に記述されているほど理解しやすく，これらを参照して再利用を実践しやすいと考えられる．したがって，図4の「Process1」と「Process2」に示したような再利用プロセスを参照することにより，初級技術者は，Yギフトシステムのための再利用手順を把握しやすいと考えられる。

3. 要求定義モデル

本章では，2章のドメイン分析の結果を反映させて，要求定義工程における作業手順と仕様記述法を提供する要求定義モデルを提案する．また，要求定義モデルによる要求仕様書の記述例を示す。

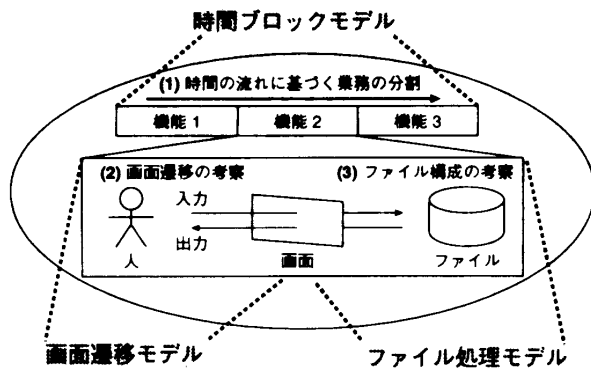


図5 要求定義モデル
Fig. 5 Requirements definition model.

3.1 要求定義モデルの定義

要求定義モデルとは、要求定義工程における作業手順と仕様記述法を提供するモデルである。要求定義モデルは、2.2節の熟練技術者の思考過程(1)~(3)に従って、それぞれ時間ブロックモデル、画面遷移モデル、ファイル処理モデルのサブモデルから構成される。要求定義モデルは、各サブモデルごとに、要求定義工程の作業手順と仕様記述法を定義する。図5に要求定義モデルの概要を示す。図の中央部は、2.2節で明らかにした熟練技術者の思考過程に相当する。以下では、各サブモデルの提供する作業手順、仕様記述法を示す。

3.1.1 時間ブロックモデルの定義

時間ブロックモデルとは、開発対象のシステムの業務を、シーズン、月、日などの時間単位に基づいて分割するモデルである。本モデルを用いた作業手順と仕様記述法は次のとおりである。

【時間ブロックモデルによる作業手順】

本モデルの提供する作業手順は、以下のとおりである。(1) 開発対象のシステムの業務を、時間の単位に着目して分割する。(2) 時間の流れにそって業務間を関係づける。(3) 分割した各業務に、階層構造を持つ時間ブロックを対応させ、時間ブロック間の関係を、順序関係があることを示す「順次」と、とくに順序関係がないことを示す「選択」の観点により表現し、作業結果を時間ブロック図として記述する。

【時間ブロックモデルによる仕様記述法】

時間ブロックモデルの作業結果は、時間ブロック図で表現する。時間ブロックモデルの仕様記述規則を、Backus Naur Form¹¹⁾(以下、BNFと呼ぶ。使用する記号については付録に示す)を用いて図6に示す。

時間ブロック図の表記法を、図7に示す。図7(a)時間ブロックは、1つの業務を示す。図7(b)順次表現は、ある業務が、機能1~機能3に分割でき、この

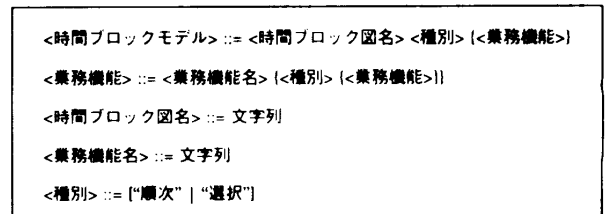


図6 時間ブロックモデル仕様記述規則
Fig. 6 Specification description for the temporal block model.

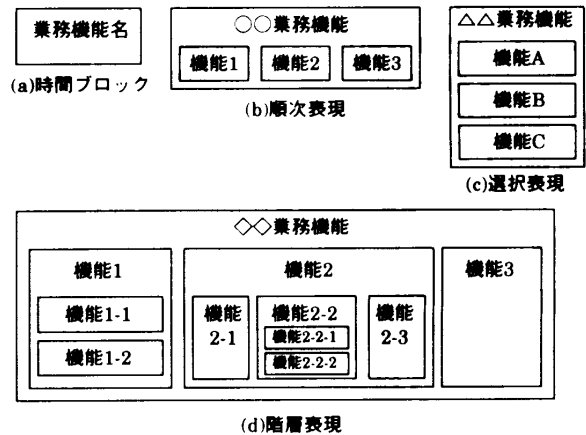


図7 時間ブロック図表記法
Fig. 7 Specification representation for the temporal block model.

順番で順序関係があることを示す。図7(c)選択表現は、ある業務が、機能A、機能B、機能Cに分割でき、これらの中に、特に順序関係がないことを示す。図7(d)階層表現は、各時間ブロックが階層構造を持ち、下位の階層ブロックに対しても、順次/選択の表現を適用できることを示す。

3.1.2 画面遷移モデルの定義

画面遷移モデルとは、時間ブロックモデルで分割した個々の業務におけるシステムの振舞いを、画面遷移により定義するモデルである。本モデルを用いた作業手順と仕様記述法は次のとおりである。

【画面遷移モデルによる作業手順】

本モデルの提供する作業手順は、以下のとおりである。(1) 時間ブロックモデルで分割した個々の業務におけるシステムの振舞いを、ユーザから画面に対して行う操作を基に考察する。(2) (1)で考察した振舞いを、画面とその変化により表現し、結果を画面遷移図として記述する。画面とは、システム実装時の物理的な画面ではなく、ユーザとシステムとの相互作用を抽象化した場合の画面の状態を表す。また画面の変化とは、その画面状態の変化を表す。

【画面遷移モデルによる仕様記述法】

画面遷移モデルの作業結果は、画面遷移図で表現する。画面遷移モデルの仕様記述規則を、BNFを用いて図8に示す。

画面遷移モデルの表記法を図9に示す。図中の長方形は、画面を表し、矢印は、画面の遷移を表す。矢印の近傍に記述した文字列は、「事象/動作」を表している。なお、ユーザとシステムとの相互作用において、特筆すべき動作がない場合は、動作に相当する部分に「-」を記述する。

3.1.3 ファイル処理モデルの定義

ファイル処理モデルとは、画面遷移モデルで抽出された画面上に表示されるデータとこれらのデータの処理を抽出し、ファイル構成を定義するモデルである。本モデルを用いた作業手順と仕様記述法は次のとおりである。

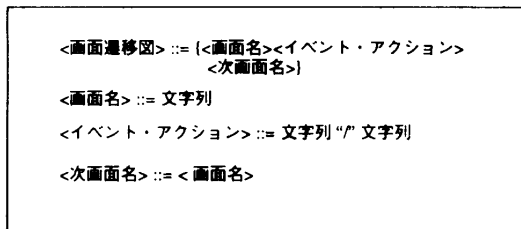


図8 画面遷移モデル仕様記述規則

Fig. 8 Specification description for the screen transition model.



図9 画面遷移図表記法

Fig. 9 Specification representation for the screen transition model.

【ファイル処理モデルによる作業手順】

本モデルの提供する作業手順は、以下のとおりである。(1) 画面遷移モデルにより抽出した画面上のデータと処理(画面メソッド)を定義し、画面・データメソッド図に記述する。(2) ファイルのデータと処理(ファイルメソッド)を定義し、ファイルデータ・メソッド図に記述する。(3) 画面メソッドを、種々のファイルへのファイルメソッドの組として定義し、メソッド結合図に記述する。

【ファイル処理モデルによる仕様記述法】

ファイル処理モデルの作業結果は、画面データ・メソッド図、ファイルデータ・メソッド図、メソッド結合図からなるファイル処理図で表現する。ファイル処理モデルの仕様記述規則を、BNFを用いて図10に示す。

ファイル処理モデルの表記法を図11に示す。図11(a)画面データ・メソッド図は、ある画面上において、入力および出力されるデータと、そのデータの処理(画面メソッド)を示す。1つの画面メソッドは、画面メソッド名、入力データ、出力データから構成される。画面データ・メソッド図は、画面遷移モデルで定義した各画面ごとに記述する。

図11(b)ファイルデータ・メソッド図は、あるファイルが持つデータ項目と、そのデータの処理(ファイルメソッド)を示す。1つのファイルメソッドは、ファイルメソッド名、入力データ、出力データから構成される。図11(c)メソッド結合図は、1つの画面メソッドを表現するファイルメソッドの組を示す。

3.2 要求定義モデルによる事例

あるギフトシステムの要求仕様を、要求定義モデル

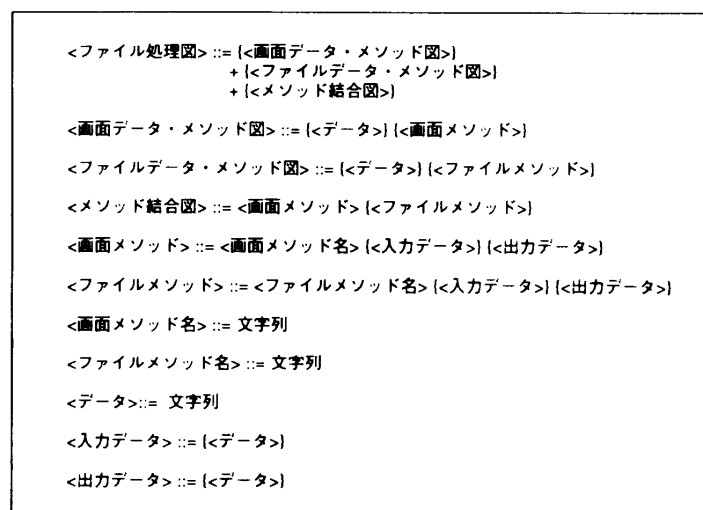


図10 ファイル処理モデル仕様記述規則

Fig. 10 Specification description for the file processing model.

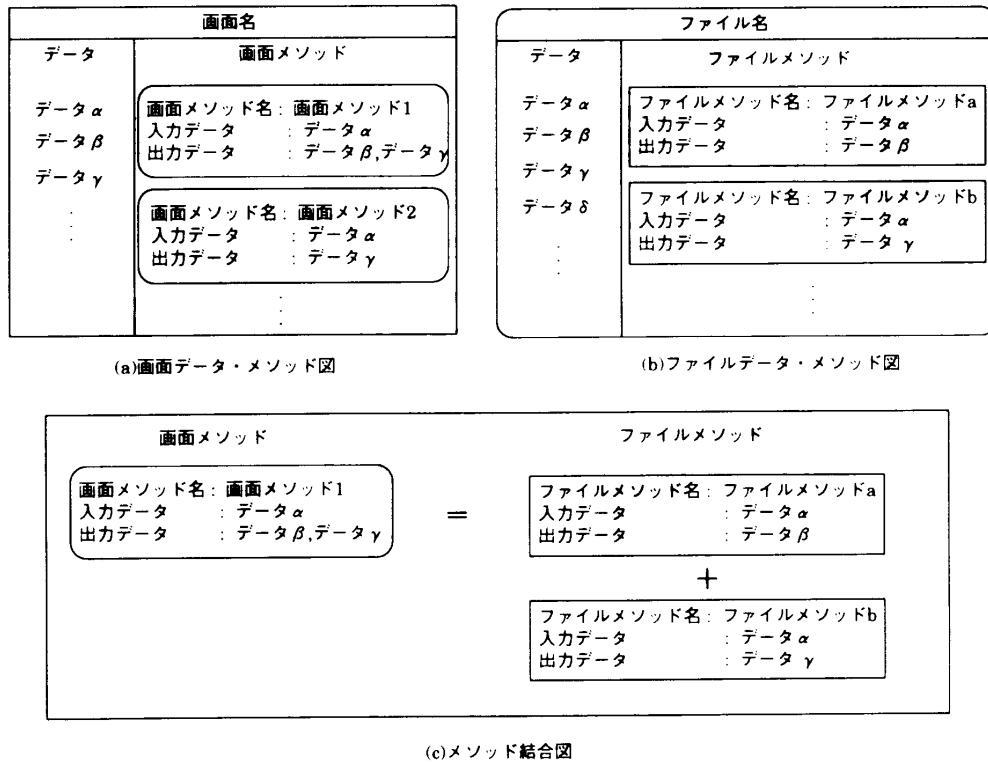


図 11 ファイル処理図表記法

Fig. 11 Specification representation for the file processing model.

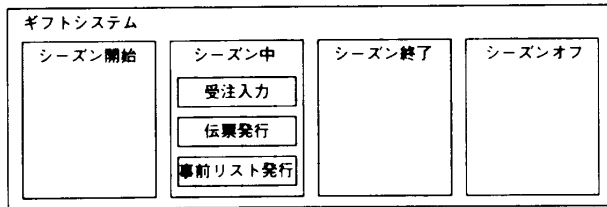


図 12 時間ブロックモデルによる事例

Fig. 12 Example of the temporal block model.

(時間ブロックモデル, 画面遷移モデル, ファイル処理モデル)を用いて記述した事例を示す。以下では、各サブモデルごとに事例を示す。

3.2.1 時間ブロックモデルによる事例

図 12 に、ギフトシステムの時間ブロック図の一部を示す。これは、ギフトシステムが、シーズン開始、シーズン中、シーズン終了、シーズンオフの4つの業務に分割でき、これらの業務間には、図の左から右の順序関係があることを示す(順次表現)。また、シーズン中業務は、受注入力、伝票発行、事前リスト発行の3つの業務に分割でき、これらの間には、とくに順序関係がないことを示す(選択表現)。

3.2.2 画面遷移モデルによる事例

図 13 に、図 12 で示した時間ブロック図の「受注入力」業務の画面遷移図を示す。図 13 は、「事前リスト照会」画面において、申込番号の入力が完了すると、

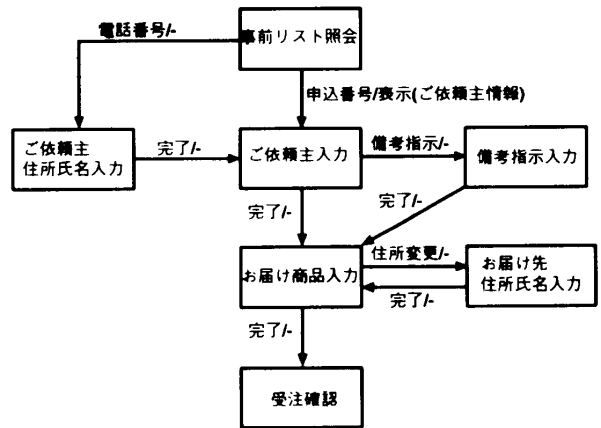


図 13 画面遷移モデルによる事例

Fig. 13 Example of the screen transition model.

依頼主情報を表示し、「ご依頼主入力」画面に遷移することなどを示す。

3.2.3 ファイル処理モデルによる事例

図 14 に、画面データ・メソッド図、ファイルデータ・メソッド図、メソッド結合図の事例を示す。メソッド結合図において、図 13 の画面遷移図の「事前リスト照会」画面の「検索」メソッドは、「事前マスタファイル」の「検索」メソッドと「実績顧客マスタファイル」の「検索」メソッドとの結合によって表現できることを示す。

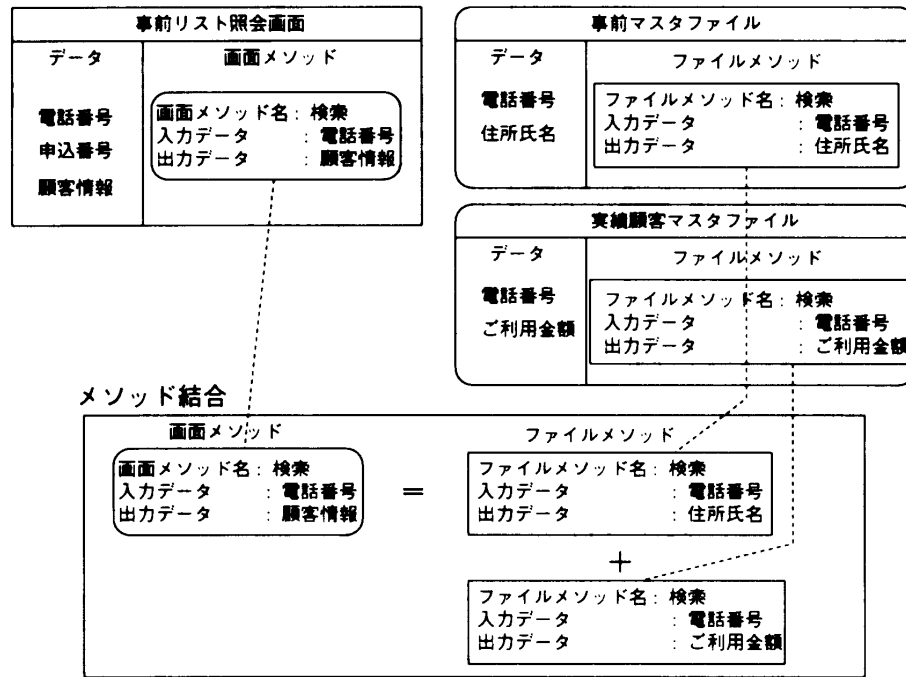


図 14 ファイル処理モデルによる事例
Fig. 14 Example of the file processing model.

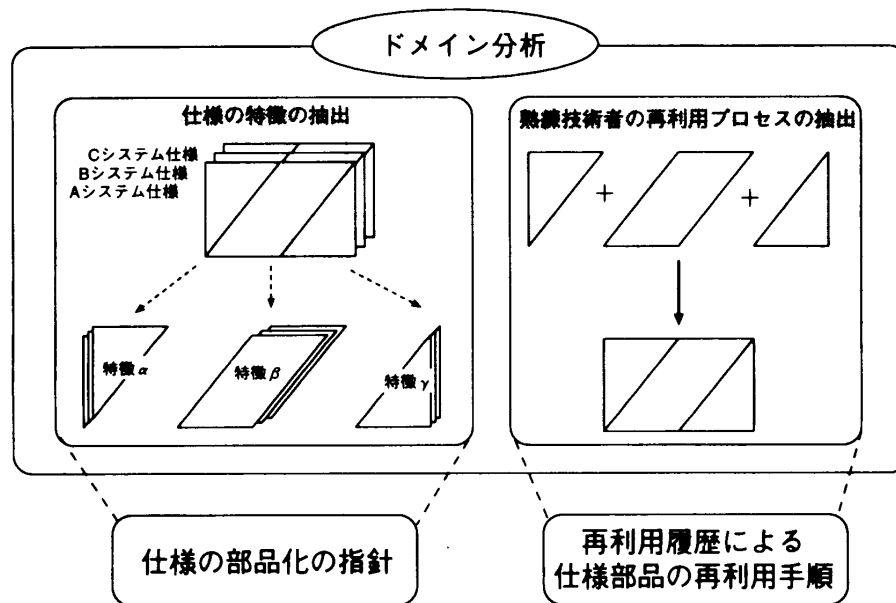


図 15 仕様再利用モデルの概要
Fig. 15 Specification reuse model.

4. 仕様再利用モデル

本章では、2章のドメイン分析の結果を反映させて、仕様の部品化の指針と、再利用履歴による再利用手順を提供する仕様再利用モデルを提案する。また、仕様再利用モデルの事例を示す。

4.1 仕様再利用モデルの定義

仕様再利用モデルとは、2章のドメイン分析の結果

に従って、仕様の部品化の指針と、再利用履歴による再利用手順を提供するモデルである。図 15 に、仕様再利用モデルの概要図を示す。仕様の部品化の指針として、ドメイン分析で明らかにした仕様の特徴を反映させ、仕様部品の分類と抽出方法を定義する。また、熟練技術者が経験的に獲得した望ましい再利用プロセスを記述する「再利用履歴」を定義する。仕様再利用モデルは、再利用履歴を再利用することを提案する。

以下では、仕様の部品化の指針および再利用履歴の定義を示す。

4.1.1 仕様の部品化の指針の定義

2.1 節の事務処理ソフトウェア開発の特徴によると、事務処理ソフトウェアの仕様は、以下のような特徴を持つ。

- 各業務の仕様から、複数のシステムに共通した基本部分が抽出可能である。
- 各業務の仕様から、特定のシステムに固有の部分が抽出可能である。
- 各業務の仕様から、住所氏名入力処理など事務処理で繰り返し活用される部分が抽出可能である。
- 作成済みの業務の仕様を、それと関連または類似する業務の仕様作成のために再利用することがある。

そこで、仕様部品としては次の4種類を定義する。仕様部品とは、画面遷移図、データフロー図、実体関連図などにより形式的に表現された仕様の断片であり、これらの断片の統合が定義可能なものである。各仕様部品の特徴と、仕様部品の抽出の指針を以下に示す。

- **基本パターン**：複数のシステムで共通する仕様部品である。ある業務の仕様から、複数のシステムで共通した部分を抽出する。
- **オプションパターン**：特定のシステムに現れる仕様部品である。ある業務の仕様から、特定のシステムのみで現れる部分を抽出する。
- **共通処理パターン**：複数のシステムに複数箇所現れる仕様部品である。複数の業務の仕様から、特定のドメインのシステムだけではなく、事務処理一般に活用できる部分を抽出する。
- **実業務パターン**：上記の3種類の部品を組み合わせた仕様部品である。これに修正・編集を施して、関連/類似する別の業務の仕様を作成する。ある業務の実際の仕様を抽出する。

本指針に従って仕様部品を抽出する際には、2.3.3 項に示した観点からドメイン分析を行い、仕様部品の接続部分を明らかにすることにより、仕様部品を洗練する。

4.1.2 再利用履歴の定義

熟練技術者は、仕様を再利用する際、過去に開発した同じドメインのアプリケーションシステムの再利用プロセスを再利用する。再利用履歴は、熟練技術者が経験的に獲得した望ましい再利用プロセスを記述した履歴である。再利用履歴では、仕様部品 S_1, S_2, \dots, S_n を組み合わせて、仕様 S を作成したことを示す「 $S_1 + S_2 + \dots + S_n \rightarrow S$ 」と、仕様 S を修

正して、仕様 S' を作成したことを示す「 $S \rightarrow S'$ 」からなる記述要素を備えている。

仕様部品 X と仕様部品 Y を組み合わせるとは、 X と Y の共通部分を接続部分として、 X に Y を畳み込むことである。画面遷移図の仕様部品の場合は、双方の同一画面名を持つ画面が共通部分となる。2.3.3 項の観点からドメイン分析を行うと、使用実績のある仕様部品が抽出されるため、エラーを生じさせないような仕様の組合せがしやすい。また、同様の観点でドメイン分析を行うと、各業務の違いが明確になる。よって、業務の違いに着目すれば、仕様の修正箇所を把握しやすい。

初級技術者が、再利用履歴を活用し、仕様再利用を成功させるためには、熟練技術者によって、2.3.3 項の観点からドメイン分析を行い、その結果を反映させた仕様部品（基本/オプション/共通パターン）、仕様（実業務パターン）を、蓄積しておく必要がある。

4.2 仕様再利用モデルによる事例

あるギフトシステムの「受注入力」業務の画面遷移図に対して、仕様部品の事例および、再利用履歴の事例を示す。

4.2.1 仕様部品の事例

図 16 に、仕様部品の事例を示す。図 16(a) は、複数の百貨店に共通した受注入力業務の基本パターンである。図 16(b) は、ある百貨店に固有の受注入力オプションパターンである。図 16(c) は、事務処理システムで一般的に使われる、住所氏名入力処理の共通処理パターンである。ここでは、パラメータ $\$$ に「ご依頼主」と「お届け先」を代入する。図 16(d) は、上記の(a)~(c)を、同一画面名を接続部分として組み合わせ得られた、あるギフトシステムの受注入力の実業務パターンである。これが実際の画面遷移図であるが、受注照会の画面遷移図を作成する際に、再利用可能となる仕様部品でもある。

4.2.2 再利用履歴の事例

再利用履歴の事例を以下に示す。

【再利用履歴 1】 受注入力の基本パターンと受注入力オプションパターン（ X ギフトシステムに固有の「備考指示」入力を行う）と2つの「住所氏名入力」の共通処理パターン（パラメータ $\$$ に「ご依頼主」および「お届け先」を代入する）を組み合わせ、 X ギフトシステムの「受注入力」の実業務パターンを作成する。この場合、再利用履歴は以下ようになる。

受注入力-基本

+受注入力-オプション（ X ギフトシステム、備考指示）

+住所氏名入力-共通（事務処理、 $\$$ =ご依頼主）

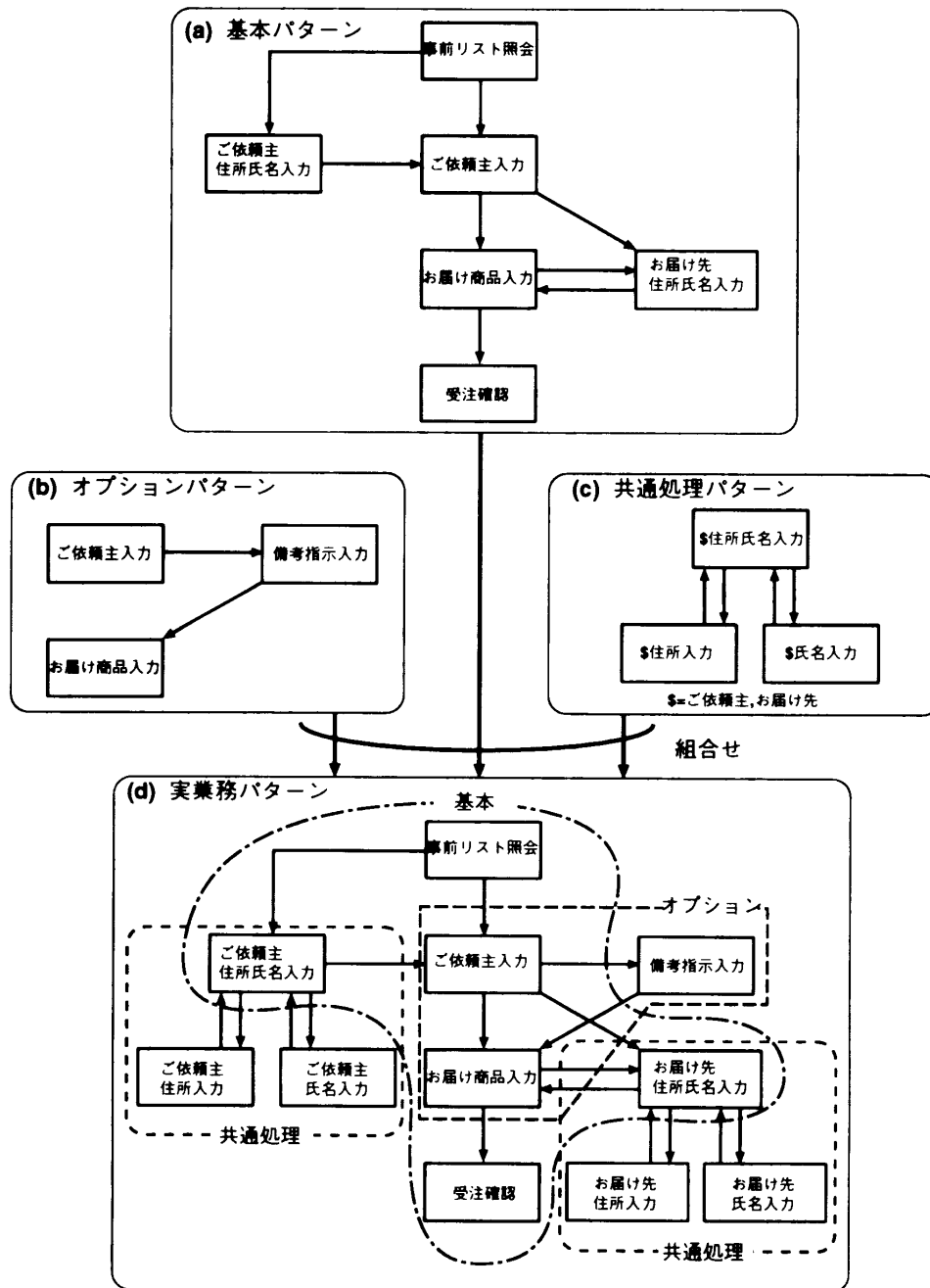


図 16 仕様部品の事例

Fig. 16 Example of specification patterns.

+住所氏名入力-共通 (事務処理, \$=お届け先)

→受注入力-実業務 (X ギフトシステム)

図 16(a)~(c) は, 2.3.3 項の観点によりドメイン分析を行い, そのうえで仕様再利用モデルの部品化の指針により抽出した仕様部品である. これらを用いれば, 仕様部品間の組み合わせ方が唯一に定まるので, 再利用履歴 1 は, 初級技術者が仕様を組み合わせることを促進する.

【再利用履歴 2】X ギフトシステムの「受注入力」業

務の実業務パターンを再利用して, X ギフトシステムの「受注照会」業務の実業務パターンを作成する. この場合, 再利用履歴は以下ようになる.

受注入力-実業務 (X ギフトシステム)

→受注照会-実業務 (X ギフトシステム)

2.3.3 項の観点で, ドメイン分析を行うことにより, 受注照会は, 入力された受注情報を照会する機能であること, 受注入力の事前リスト照会画面は, 受注照会では受注リスト照会画面となること, 受注照会では,

住所氏名入力処理を行わないことが明らかになる。よって、各業務の違いに着目すれば、図 16 (d) の受注入力の実業務パターンから、事前リスト照会を受注リスト照会に変更し、住所氏名入力の処理を削除することによって、受注照会の実業務パターンが作成される。すなわち、ドメイン分析により、業務の特徴を明らかにしておけば、再利用履歴 2 を参照することによって、初級技術者でも、修正の手順を把握しやすい。

なお、上記の例では画面遷移図を中心に述べたが、再利用履歴は、時間ブロック図、ファイル処理図、帳票や画面レイアウトなどの作成にも適用可能である。これらの再利用履歴の記述形式の詳細は付録に示す。

5. 試行と評価

本章では、要求定義モデルおよび仕様再利用モデルを、実アプリケーション開発に適用した試行実験の内容と結果を示し、これらのモデルの有効性を評価する。

5.1 試行手順

要求定義モデルおよび仕様再利用モデルを実アプリケーションへ適用する試行実験を、次の手順で実施した。(1) A 百貨店向けギフトシステム (以後、A ギフトシステムと呼ぶ) の仕様を作成するために、要求定義モデルの時間ブロックモデルを適用する。(2) A ギフトシステムの仕様を作成するために、要求定義モデルの画面遷移モデルを適用する。(3) A ギフトシステムの仕様に対して、仕様再利用モデルを適用し、仕様部品を抽出し、再利用履歴を記述する。(4) (3) で抽出した仕様部品を用い、仕様再利用モデルを適用して、B 百貨店向けのギフトシステム (以後、B ギフトシステムと呼ぶ) の仕様を作成する。各フェーズ終了ごとに、開発部門の熟練技術者にインタビューを行う。なお、試行の前に、2.3.3 項の観点で、ギフトシステムのドメイン分析を実施した。

ファイル処理モデルは、システムの内部仕様を定義し、下流工程への接続を考慮した場合に重要なモデルであるが、本試行では、システムの外部仕様を定義する時間ブロックモデルと画面遷移モデルに焦点を絞る。また、仕様再利用モデルは、要求定義モデルの 3 つのサブモデルに適用可能であるが、今回は、仕様再利用プロセスを分析する際の豊富な題材と考えられる画面遷移モデルに注力して試行した。

B ギフトシステムの業務の内訳を表 1 に示す。ギフトシステムの業務は、シーズン開始、シーズン中、シーズン終了、シーズンオフに分類される。シーズン中業務は、ギフトシステムの中心的業務のため、業務数が最も多い。B ギフトシステムの業務数の合計は

表 1 B ギフトシステムにおける業務の内訳
Table 1 Business functions of B gift system.

ギフトシステム業務	業務数
シーズン開始	23
シーズン中	79
シーズン終了	28
シーズンオフ	23
合計	153

153 である。

5.2 評価

各フェーズごとに試行結果と評価についてまとめる。

5.2.1 要求定義モデルの評価

A ギフトシステムの業務分割と業務間の関係定義を、時間ブロックモデルを用いて行い、5 階層、約 200 ブロックからなる時間ブロック図を作成した。また、時間ブロックモデルで分割した業務の処理の流れを、画面遷移モデルを用いて記述した。我々は、以上の結果について、熟練技術者にインタビューを行い要求定義モデルを評価した。以下に、要求定義モデルのサブモデルである時間ブロックモデル、画面遷移モデルの順に、評価結果を示す。

【時間ブロックモデル】

- 設計者は、時間ブロックモデルを用いて、業務を時間の流れにそって分割し、業務間の関係づけを、「順次」および「選択」の観点で定義する。時間の概念は、事務処理ドメインにおいて重要である。したがって、時間ブロックモデルは、事務処理ドメインに適した作業手順を提供している。
- 時間ブロック図では、業務間の時間順序の関係を視覚的かつ明確に記述できる。したがって、時間ブロックモデルは、事務処理ドメインに適した仕様記述法を提供している。
- 時間ブロック図の作成において、初級の技術者にとって、どの時点で時間ブロックの分割を終了させるのかを見極めることが難しい。

【画面遷移モデル】

- 設計者は、画面遷移モデルを用いて、業務の振舞いを画面の流れを考慮しながら定義する。これは熟練技術者の思考過程と合致しており、画面遷移モデルは、事務処理ドメインに適した作業手順を提供している。
- 事務処理ドメインでは、画面の流れが重要な概念であり、画面の流れは画面遷移図によって視覚的かつ厳密に記述できる。画面遷移モデルは、事務処理ドメインに適した仕様記述法を提供している。
- 事務処理ドメインには、画面中心ではない業務も

表2 画面遷移図の作成方法と作成数
Table 2 Methods and results for preparing screen transition diagrams.

作成方法	作成した画面遷移図の数
(a) 基本/オプション/共通処理パターンの組合せ	51
(b) 実業務パターンの修正	53
(c) 再利用せず	49
合計	153

含まれる。このような業務の処理の流れを表現するための記述要素が必要である。

5.2.2 仕様再利用モデルの評価

要求定義モデルを適用して作成したAギフトシステムの仕様から、仕様再利用モデルに従って、仕様部品と再利用履歴を抽出した。これらの仕様部品と再利用履歴を再利用して、Bギフトシステムを構成する153の業務の仕様を作成した。ここでは、特に仕様として画面遷移図に着目した結果を示す。

Bギフトシステムの画面遷移図を、(a)基本パターン、オプションパターン、共通処理パターンの仕様部品を組み合わせで作成する方法、(b)実業務パターンを修正する方法、(c)再利用によらない方法、の3通りの方法により作成した。各方法による画面遷移図の作成結果を表2に示す。我々は、以上の結果について熟練技術者にインタビューを行い、仕様再利用モデルを評価し、次のことを明らかにした。

- 画面遷移モデルに従って作成したAギフトシステムの画面遷移図から、仕様再利用モデルの部品化の指針に従って、再利用可能な仕様部品(基本/オプション/共通処理/実業務パターン)が抽出可能である。
- 表2(a)に示すように、Bギフトシステムを構成する業務の1/3を、基本/オプション/共通処理パターンの組合せによって作成した。
- 表2(b)に示すように、Bギフトシステムを構成する業務の1/3を、Bギフトシステムの実業務パターンの修正によって作成した。
- 以上を合計すると、Bギフトシステムを構成する業務の2/3を、四種類の仕様部品の再利用によって作成した。
- 表2(c)に示すように、Bギフトシステムを構成する業務の残りの1/3は、再利用を行わず、新規に作成した。これらの業務は、ファイル保守に関係するものであり、ファイル構成はギフトシステムごとに異なるため、基本パターンの抽出が困難である。
- Aギフトシステムの再利用履歴を参照することにより、熟練技術者がたどった望ましい再利用手順

を獲得することができ、Bギフトシステムの再利用を、一定の効率の良い手順で開発できた。

5.3 考察

要求定義モデル、仕様再利用モデルを実アプリケーションシステム開発に適用し、評価した結果から、これらのモデルの有効性を考察する。

5.3.1 要求定義モデルの有効性

要求定義モデルの提供するドメインに適した作業手順と仕様記述法の有効性を考察し、要求定義モデルの汎用性を示す。

- **ドメインに適した作業手順の有効性:**本稿では、要求定義モデルにより、事務処理ドメインの特徴を反映させた作業手順を提案した。これらの作業手順に従えば、事務処理ドメインの重要な概念(時間順序、画面遷移、ファイル構成)について要求仕様を作成できる。
- **ドメインに適した仕様記述法の有効性:**本稿では、要求定義モデルにより、事務処理ドメインの特徴を反映させた仕様記述法を提案した。これらの仕様記述法に従えば、事務処理ドメインの重要な概念が要求仕様に反映される。したがって、これらの概念に関する仕様部品を抽出しやすくなる。
- **要求定義モデルの汎用性:**要求定義モデルは、時間順序、画面遷移、ファイル構成の観点で要求定義工程を切り分けることができるドメインに対して適用可能である。しかし、ユーザと画面との対話処理が中心ではないドメインには、画面遷移図の適用は難しい。このようなドメインに対して、画面遷移図の代わりに、処理の流れを記述するフローチャート、データフローダイアグラムなどを用いることにより、要求定義モデルが適用可能であると考えられる。

5.3.2 仕様再利用モデルの有効性

仕様再利用モデルが提供する仕様の部品化の指針と再利用履歴による再利用手順の有効性を考察し、仕様再利用モデルの汎用性を示す。また、ドメイン分析が本モデルに与える効果を示す。

- **仕様の部品化の指針の有効性:**本指針は、事務処理ドメインの特徴を反映させて抽出したものであ

り、事務処理ドメインの特徴にそって、基本/オプション/共通処理/実業務パターンからなる仕様部品を抽出することを支援する。本指針は、複数の技術者によって仕様の部品化を行う際、仕様部品の抽出方法および仕様部品の分類方法において一貫性を与える。

- **再利用履歴による再利用手順の有効性：**再利用履歴は、熟練技術者が経験的に獲得した望ましい再利用手順を簡潔に記述したものである。再利用履歴には、仕様部品の組合せの手順および、仕様の修正の手順が記述されている。2.3.3 項で示した観点からドメイン分析を行うと、各業務の特徴および仕様部品の接続部分を明らかにする。したがって、これらの観点からドメイン分析を行ったドメインにおいて、再利用履歴に従って再利用を行うと、初級技術者でも、熟練技術者と同様の手順をたどって再利用手順を把握しやすい。しかし、ドメイン分析により業務の特徴や仕様部品の接続部分を明らかにできない場合には、再利用履歴を活用しても、仕様部品の組合せや仕様の修正結果に不整合が生じるなどの限界がある。ところで、再利用履歴をドメインごとに使い分けることにより、各ドメインに適した再利用手順を提供することができる。使い分けの一方法として、再利用履歴をドメイン階層に従って階層化し、上位階層から順に検索することにより、対象のドメインに適した再利用手順を効率良く得ることが考えられる。
- **仕様再利用モデルの汎用性：**仕様再利用モデルは、ギフトシステムに限らず、基本/オプション/共通処理パターンが抽出でき、再利用履歴が記述できるドメインに対して適用可能である。しかし、ファイル保守関係の業務からは、基本パターンを抽出することが難しい。したがって、このような業務の占める割合が高いシステムには、仕様再利用モデルの適用効果は低い。
- **ドメイン分析の効果：**仕様再利用モデルの適用効果は、高品質の仕様部品と再利用履歴が十分に抽出できるドメインに対して発揮できる。2.3.3 項の観点からドメイン分析を行うと、業務の特徴が明らかになり、仕様部品や再利用履歴の品質を安定させ、その結果、仕様再利用モデルの適用効果を向上させる。

6. 関連研究

本章では、我々の研究と関連した研究を、(1) 要求定義工程を対象とした方法論、(2) ドメインに着目し

た再利用方法論、(3) 再利用の課題、(4) プロセスの再利用方法の観点から比較する。

(1) 要求定義工程を対象とした開発方法論としては、構造化分析¹¹⁾、オブジェクト指向分析¹²⁾などがある。これらは汎用的な方法論である。これらには、各ドメインの特徴を反映させた作業手順や仕様記述法を、ドメインごとに用意するという観点からの支援はない。我々の提案する要求定義モデルは、ドメイン分析により抽出した熟練技術者の思考過程を反映させ、各ドメインに固有の作業手順および仕様記述法を提供する。

(2) Neighbors は、再利用支援の今後の課題の1つとして、ドメイン知識の使い方のメカニズムを実現する必要があると述べている¹³⁾。この課題を解決する方法として、熟練技術者が過去にどのようにドメイン知識を使ったのかというプロセスを蓄積しておき、これを再利用することが考えられる。我々の提案する仕様再利用モデルは、そのようなプロセスの記述方法として再利用履歴を提案している。再利用履歴は、熟練技術者が経験的に獲得した望ましい再利用手順を簡潔に記述したものである。とくに、2.3.3 項の観点からドメイン分析を行って抽出した仕様部品の組合せ手順および、仕様の修正の手順が記述されている。再利用履歴を参照し、これに従って再利用を行うと、初級技術者でも、熟練技術者と同様の手順をたどって、効率良くかつ品質保持が可能な再利用手順を把握できる。また、ドメインごとに再利用履歴を使い分けることにより、各ドメインに適した再利用手順を提供可能である。

(3) 再利用の課題は、再利用の対象によって異なるが、共通して、(a) 検索しやすく体系化されていること、(b) 修正や組合せがしやすいことがあげられる^{14),15)}。(a) の課題に対する代表的な研究例として、Prieto-Díaz は、ソフトウェア部品のファセット分類による検索方法を提案している¹⁶⁾。ファセット分類による検索方法は、図書分類法をソフトウェア部品に拡張したものである。この方法の欠点は、部品の数が増大すると、部品の検索能力が低下することである。そこで、文献 16) のような一般のソフトウェア部品の検索方法に、ドメインの特徴を加味した部品分類を併用すれば、部品の検索範囲を狭めることができるので、検索を効率化できる可能性がある。そのためにも、ドメインごとの部品化・再利用手法の確立は必要である。

上流工程の仕様を再利用の対象とし、(b) の課題を解決するために、Maiden らは、AI 技術を用いて、初級技術者をガイドする方法を提案している¹⁷⁾。Maiden らによる方法では、ドメインによらない汎用的なガイドを初級技術者に示す。しかし、このようなガイドか

らは、仕様の一部を修正したことによる仕様内の影響関係を把握することができない。よって、仕様内で不整合が生じる場合が考えられる。あらかじめドメイン分析を十分にを行い、システムを構成する機能の特徴や関係を明らかにしておけば、このような問題の解決に有効であると考えられる。

我々は、2.3.3 項の観点からドメイン分析を行うことを前提にし、仕様再利用モデルにより、再利用履歴を再利用することを提案している。ドメイン分析によって明確にした業務の違いを考察すれば、再利用履歴に記述された熟練技術者による望ましい仕様の修正手順に従って、仕様の修正箇所を把握しやすい。

(4) プロセスを再利用する一方法として、Design Rationale (DR) 技術がある。DR 技術は、設計議論の内容を設計履歴情報として獲得し、それらをソフトウェア開発に活用する方法であり、代表的なモデルとしては、Issue Based Information System (IBIS)¹⁸⁾ があげられる。DR 技術では、望ましい再利用手順を抽出し、再利用に活用する方法については提供されていない。我々の提案する仕様再利用モデルでは、熟練技術者の望ましい仕様再利用プロセスを「再利用履歴」として蓄積し、これらを、仕様再利用の際に再利用する支援を行っている。

7. おわりに

本稿では、既存のソフトウェア資産を有効に再利用するための手法について述べた。とくに、再利用の対象として要求定義工程の要求仕様書に着目し、(a) ドメインに適した要求仕様書を作成すること、(b) ドメインに適した仕様部品を抽出すること、(c) ドメインに適した再利用手順を提供することを検討した。(a)～(c) の課題を解決するために、事務処理ドメインを対象としてドメイン分析を行った。ドメイン分析の結果を反映させて、(a) の課題を解決するために、要求定義の作業手順と要求仕様の仕様記述法を提供する要求定義モデルを提案した。また、(b) および (c) の課題を解決するために、仕様の部品化の指針および、熟練技術者が経験的に獲得した望ましい再利用プロセスを記述した「再利用履歴」による再利用手順を提供する仕様再利用モデルを提案した。さらに、これらのモデルを実アプリケーション開発に適用し、モデルの有効性を評価した。

評価結果により、要求定義モデルおよび仕様再利用モデルについて、次のことを明らかにした。

- 要求定義モデルは、事務処理ドメインの重要な概念（時間順序、画面遷移、ファイル構成）の観点

から、要求定義の作業手順と要求仕様の仕様記述法を提供する。これにより、事務処理ドメインについて (a) の課題を解決した。

- 仕様再利用モデルの仕様の部品化の指針により、事務処理ドメインの特徴にそって、基本/オプション/共通処理/実業務パターンの仕様部品を抽出することができる。これにより、事務処理ドメインにおいて (b) の課題を解決した。
- 仕様再利用モデルの再利用履歴により、熟練技術者が経験的に獲得した望ましい再利用プロセスを記述することができる。ドメインごとに再利用履歴を蓄積し、これらを再利用することにより、ドメインに適した再利用手順を提供することができる。このことから (c) の課題を解決した。

また、仕様再利用モデルの適用可能性の判断および適用効果を向上させるためには、業務の特徴、仕様部品の接続性などを明確にする観点から、ドメイン分析を行う必要があることが分かった。今後は、ドメイン分析を効率良く行うための手法を検討することおよび、これらの手法を用いてドメイン分析を種々の異なるドメインに対して実施し、要求定義モデル、仕様再利用モデルを洗練することが課題である。

また、仕様再利用モデルでは、熟練技術者の望ましい仕様再利用プロセスに着目し、これらを再利用することを提案した。しかし、実際の仕様作成過程において、判断を誤る、選択に迷う、後戻りをするなどの問題が頻繁に発生する。今後は、このような望ましくない作成過程を活用し、誤りを回避すること¹⁹⁾および、正しい方向へと技術者を自動的にナビゲーションするための機構の実現が課題である。

謝辞 研究の機会を与えてくださった(株)東芝 研究開発センター システム・ソフトウェア生産技術研究所 渡辺貞一 所長、開発第四部 松村一夫 部長に感謝します。また、モデルの構築や試行実験において、貴重なご意見をくださった(株)東芝 研究開発センター システム・ソフトウェア生産技術研究所 開発第四部 松尾尚典 氏、東京システムセンター 伊藤誠紀 課長、岩本匡弘 主務、高橋裕二 主務に感謝します。

参考文献

- 1) Biggerstaff, T.J. and Perlis, A.J., Eds.: *Frontier Series: Software Reusability*, Volume I, Volume II, ACM Press (1989).
- 2) Krueger, C.W.: *Software Reuse*, *ACM Computing Surveys*, Vol.24, No.2, pp.131-183 (1992).
- 3) Sommerville, I.: *Software Engineering* (Forth

- edition), Addison-Wesley Publishing Company (1992).
- 4) McClure, C.: Software Reuse Engineering, *CASE Trends*, April, pp.60-61 (1993).
 - 5) Neighbors, M.: DRACO: A Method for Engineering Reusable Software Systems, Biggerstaff, T.J., and Perlis, A.J., Eds., *Frontier Series: Software Reusability: Volume I - Concepts and Models*, ACM Press, pp.295-320 (1989).
 - 6) Frakes, W.: Systematic Software Reuse: A Paradigm Shift, Frakes, W.B., Eds., *Proceedings of Third International Conference on Software Reuse: Advance in Software Reusability*, IEEE Press, pp.2-3 (1994).
 - 7) Tracz, W.: Domain Analysis Working Group Report - First International Workshop on Software Reusability, *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, Vol.17, No.3, pp.27-34 (1992).
 - 8) 名取, 加賀谷, 松尾: 事務処理ソフトウェア開発における要求定義・仕様再利用技術, 情報処理学会研究会報告, Vol.95, No.25, pp.113-120 (1995).
 - 9) Natori, M., Kagaya, A. and Honiden, S.: Reuse of Design Processes Based on Domain Analysis, to be published in *Proceedings of the Fourth International Conference on Software Reuse, Orlando, Florida, U.S.A.*, IEEE Computer Society Press (1996).
 - 10) Kagaya, A., Natori, M., Matsuo, H. and Matsumura, K.: Reuse of Specification Parts in Business Application Software, *Proceedings of the First World Congress for Software Quality, Section B, San Francisco, U.S.A.*, ASQC, EOQ, JUSE, pp.1-15 (1995).
 - 11) DeMarco, T.: *Structured Analysis and System Specification*, Yourdon Inc. (1978).
 - 12) Rumbaugh, J., et al.: *Object-Oriented Modeling and Design*, Prentice-Hall (1991).
 - 13) Neighbors, J.M.: An Assessment of Reuse Technology after Ten Years, Frakes, W.B., Ed., *Proceedings of Third International Conference on Software Reuse: Advance in Software Reusability*, IEEE Press, pp.6-13 (1994).
 - 14) Biggerstaff, T.J. and Richter, C.: Reusability framework, Assesment and Directions, Biggerstaff, T.J., and Perlis, A.J., Eds., *Frontier Series: Software Reusability: Volume I - Concepts and Models*, ACM Press, pp.1-17 (1989).
 - 15) Prieto-Díaz, R.: *Status Report: Software Reusability*, IEEE Software, May, pp.61-66 (1993).
 - 16) Prieto-Díaz, R.: Implementing Faceted Classification for Software Reuse, *Communications*

of the ACM, Vol.34, No.5, pp.89-97 (1991).

- 17) Maiden, N. and Sutcliffe, A.: Exploiting Reusable Specifications Through Analogy, *Communications of the ACM*, Vol.35, No.4, pp.55-64 (1992).
- 18) Conklin, J. and Begeman, M.L.: gIBIS: A Hypertext Tool for Exploratory Policy Discussion, *Proc. of CSCW*, pp.140-152 (1988).
- 19) Honiden, S., et al.: Formalizing Specification Modeling in OOA, *IEEE Software*, January, pp.54-66 (1993).

付録 再利用履歴記述形式

再利用履歴には、仕様部品の組合せ手順と、仕様の修正手順を記述する。各手順について、記述形式を定義する。また、再利用履歴を記述する対象となる「仕様」の定義を行う。

【仕様部品の組合せ】 仕様部品 S_1, S_2, \dots, S_n ($n \in N$, N は自然数) を組み合わせて、仕様 S を作成したとき、「 $S_1 + S_2 + \dots + S_n = S$ 」と記述する。

【仕様の修正】 仕様 S を修正して、仕様 S' を作成したとき、「 $S \rightarrow S'$ 」と記述する。

仕様の定義を図 17 に示す。

仕様の定義において、表記法は、BNF に基づき、各記号は、

```

<仕様> ::= <仕様部品の組合せによって作成した仕様>
          | <仕様の修正・編集によって作成した仕様>

<仕様部品の組合せによって作成した仕様>
  ::= <仕様部品> "+" <仕様部品> { "+" <仕様部品> }

<仕様の修正・編集によって作成した仕様> ::= <仕様> "-"

<仕様部品> ::= [ [ <業務名> | <実体名> ] "_" 基本 "_" <仕様種類名>
                | [ <業務名> | <実体名> ] "_" オプション "_" <仕様種類名>
                | [ <アプリケーション名> "," <内容> "]"
                | [ <処理名> | <実体名> ] "_" 共通 "_" <仕様種類名>
                | [ <ドメイン名> "," <内容> "]"
                | [ <業務名> | <実体名> ] "_" 実業務 "_" <仕様種類名>
                | [ <アプリケーション名> "]" ]

<業務名> ::= 文字列
<実体名> ::= 文字列
<仕様種類名> ::= 文字列
<アプリケーション名> ::= 文字列
<処理名> ::= 文字列
<内容> ::= 文字列
<ドメイン名> ::= 文字列

```

図 17 再利用履歴における仕様の定義

Fig. 17 Definition of specifications for reuse histories.

- $A::=B$ は, A と B は等価であることを示す.
- $\langle \rangle$ で囲まれたものは, 非終端子である.
- $''$ で囲まれたものは, 終端子である.
- $\{A\}$ は, A の 0 個以上の繰返しを示す.
- $[...|...]$ は, 並びのうちいずれか 1 つを示す.
- $A+B$ は, A と B の並びを示す.

の意味を持つものとする.

(平成 7 年 6 月 19 日受付)

(平成 8 年 1 月 10 日採録)



名取 万里 (正会員)

1967 年生. 1989 年早稲田大学理工学部数学科卒業. 1991 年同大学院理工学研究科数学専攻修士課程修了. 同年 (株) 東芝入社. 現在, 同社研究開発センター システム・ソフトウェア生産技術研究所に所属.

ソフトウェア生産技術研究所に所属. ソフトウェア生産技術の研究に従事. ドメイン分析技術およびソフトウェア再利用方法論に興味を持つ. 人工知能学会会員.



加賀谷 聡 (正会員)

1960 年生. 1983 年東北大学理学部物理学卒業. 1988 年同大学院理学研究科博士課程修了 (原子核理学専攻). 理学博士. 東北大学理学部附属原子核理学研究施設勤務を経て,

1989 年 (株) 東芝入社. 現在, 同社研究開発センター システム・ソフトウェア生産技術研究所に所属. 主として, ソフトウェア工学, プロトコル工学の研究に従事. ソフトウェアの設計方法論および開発環境に興味を持つ. 電子情報通信学会, 日本物理学会各会員.



本位田真一 (正会員)

1953 年生. 1976 年早稲田大学理工学部電気工学科卒業. 1978 年同大学院理工学研究科電気工学専攻修士課程修了. 工学博士. 同年 (株) 東芝入社. 現在, 同社研究開発センター システム・ソフトウェア生産技術研究所に所属.

1989 年より早稲田大学非常勤講師を兼任. 1996 年度大阪大学非常勤講師兼任. 主としてエージェント指向技術, オブジェクト指向技術の研究に従事. 1986 年度情報処理学会論文賞受賞. 日本ソフトウェア科学会理事. 著訳書 10 点.