

ソフトシステム方法論を利用した ドメイン分析法の提案

齊藤 恵子 上田 賀一

茨城大学工学部情報工学科

〒 316 茨城県日立市中成沢町 4-12-1

ソフトウェアを開発する際の生産性や効率の向上を図るために、ドメイン分析・モデリング技術が重要視されている。ドメイン分析は、特定の領域(ドメイン)に存在するシステムに共通な用語や関係、属性、振舞いなど、領域に固有な概念構造を得るプロセスである。ドメイン分析は主に手作業によって行われているので、人間活動も考慮すべきであるが、これまで考慮されていない。一方、人間活動を含むようなソフトなシステムの問題を扱うものにソフトシステム方法論が考案されている。そこで、ドメイン分析も人間活動と見なせば、その方法論が利用できるのではないかと考える。本研究では、人間活動を考慮してソフトシステム方法論を利用したドメイン分析法を提案する。これまで提案されているドメイン分析法を2つに分離させ、個々の問題やプロセス、仕様書/プログラムをモデル化する手順と、複数のモデル化された問題などを集約する手順を、ソフトシステム方法論のプロセスを利用して、明確にした。

Domain Analysis and Modeling using Soft Systems Methodology

Keiko Saito Yoshikazu Ueda

Ibaraki University

4-12-1 Naka-Narusawa, Hitachi, Ibaraki, 316 Japan

Domain Analysis and Modeling(DAM) technology has been known to increase productivity and effectivity in developing softwares. The DAM is a process to acquire domain-specific software architecture, such as objects, operations, relationships, attributes, behaviors, and so on. Also, DAM is usually a manual process although DAM is not considered as a human activity. On the other hand, Soft Systems Methodology(SSM) is regarded as an important approach to deal with human activities. Then we consider DAM as a human activity and adjust SSM to DAM. Therefore this paper proposes new DAM using SSM. We divide DAM into two processes, first to model each problem, process, and product, then to build domain models by aggregating the models. We show the two processes of DAM with SSM process.

1 はじめに

近年、システムやソフトウェアの開発工程が大規模化・複雑化するにつれ、開発工程において、既存のシステムやソフトウェアを再利用することが必要になりつつある。そのために、ドメイン分析・モデリング (Domain Analysis and Modeling : DAM) 技術が重要視されている。この技術の目的は、再利用性を高めるだけでなく、システムの発注者と受注者の間にある意図の違いを小さくし、発注者の望むシステムやソフトウェアを正確に開発することにもある。これまでいくつかの研究が行われている [1][2] が、DAM プロセスは確立していない。これは、DAM が主に人間の手作業によって行われるものであり、人間の行為を無視することはできないにも関わらず、人間活動を考慮していないからではないかと思われる。ゆえに、DAM は人間活動をも考慮して行われることが望ましい。

一方、人間活動を含むようなソフトなシステムの問題の分析と解決には、Checkland ら [5] によって考案されたソフトシステム方法論 (Soft Systems Methodology : 以下 SSM) がある。これは、今までのシステム工学的方法論では解決できなかった問題を扱うもので、特に人間活動に焦点を当てた探索・学習のプロセスである。

本稿では、人間活動を扱う SSM を利用したドメイン分析を提案する。SSM は人間活動を扱い、DAM はシステムやソフトウェアを扱うという特徴は知られているが、それぞれの詳細な性質を理解する必要がある。比較から両者の不足部分を補うような新しい DAM を提案できるのではないかと考え、これまで曖昧であった DAM のプロセスを明確にするために、DAM を 2 つに分離させる。提案するドメイン分析法で、必要となる入力や、分析した結果である出力は、伊藤ら [1] の提案した Triadic Domain Model に基づいている。さらに、提案する手法を用いて実際にドメイン分析を行い、手法を評価する。また、ドメイン分析の例を用いて、提案する手法の妥当性を検討する。

2 ドメイン分析

ドメイン分析・モデリング (Domain Analysis and Modeling : DAM) 技術は、ソフトウェアを開発する際に、過去に蓄積された技術や経験、ソフトウェア資源を有効に活用して、再利用性を促進させ、開発効率を上げるための方法論である。ここでは、ドメイン分析プロセスと、ドメイン分析の成果物であるドメインモデルについて説明し、さらに、本稿で使用するドメイン分析法を紹介する。

2.1 ドメイン分析プロセスと

ドメインモデル

一般に、ドメインとは、領域や分野という意味を持つが、ここでのドメインとは、類似した問題やソフトウェアが属する対象領域を指す。ドメイン分析とは、対象領域に属している問題群やソフトウェア群を入力として分析し、それらに共通する要素を明らかにしてドメインの持つ性質を出力として獲得することである。ソフトウェア開発において、解くべき問題とその問題を解決するアプリケーションとは異なるので、問題ドメイン (problem domain) とアプリケーションドメイン (application domain) に区別されている。

ドメイン分析 (DAM) は、対象領域 (ドメイン) に属する用語・問題の捉え方・システムの構造・システムの作り方・使用された手法・ツールなどの、固有な概念構造を得て、同種のシステム全体の対象ドメインを明確に認識し、得られた知識をモデルとして表現するプロセスである。表現されたモデルは、“ドメインモデル”と呼ばれる。

これまで、いくつかの DAM が提案されている [2][3] が、明確に示されていない。

2.2 利用する DAM :

Triadic Domain Model

本稿では、入出力を考慮した DAM として伊藤らの提案する Triadic Domain Model (TDM)(図 1) を基盤とする。

これまでに提案されている DAM[2] では、問題ドメインとアプリケーションドメインに関するドメインモデルの生成を考慮していたが、

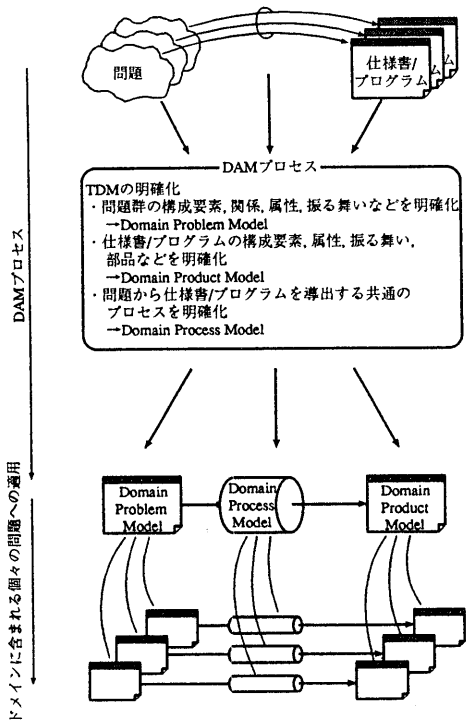


図 1: Triadic Domain Model の概念 (文献 [1] より引用)

TDMではさらに、問題からアプリケーションに至るプロセスも考慮している。また、これまでは、文献や専門家の知識が DAM の入力になり、ドメインを分析した結果のドメインモデルが DAM の出力であったが、TDM は、これまでの DAM を包含して、より明確にしたものであると考えられる。TDM は、DAM と DAM への入出力、さらに、出力であるドメインモデルの再利用方法も含んでいる。すなわち、TDM では、DAM の入力として、問題群、仕様書/プログラム群、さらに前者から後者を導出するプロセス群の 3 種類のものがあり、出力としては、問題群に関する Domain Problem Model, 仕様書/プログラム群に関する Domain Product Model, 問題から仕様書/プログラムへのプロセス群に関する Domain

Process Model がある。これら 3 つを合わせてドメインモデルと呼んでおり、これらを使用して、このドメインに含まれる個々の問題や仕様書/プログラム、およびプロセスのモデルを導いていく。

3 ソフトシステム方法論

ソフトシステム方法論 (Soft Systems Methodology : SSM) は、システム工学から生まれた方法論である。システム工学での経験を重ねるにつれて、システムの最適化を目的としたアプローチから、システム的な学習過程を記述し、具現化するアプローチに移行していった。

システム工学は、明確に構造化された問題状況でないとうまく対処できない。システムエンジニアが考えることは、「何をするか (what to do)」がすでに明確にされている時に、それを、「どのように行うか (how to do)」である。しかし、実際には、問題状況が明確になっているものは少なく、問題自身が人間を含んだ複雑なものになっており、「何が問題になっているか」が問題になっているのであろう。したがって、一般に、問題解決活動とは、まず問題があると考えられる状況について発見を行い (「何を (what)」の明確化)、次に、様々な分析を通じてどのようにすべきか (「いかに (how)」) の決定を導くことである。そのような人間活動を含んだソフトなシステムの問題の分析と解決には、現実と問題状況の相互作用を扱う「アクションリサーチ」の方式が考えられており、これを経験的に発展させたものが、ソフトシステム方法論 (Soft Systems Methodology : SSM)[4][5] である。Checkland は、「システム」とは、“創発特性、階層構造、コミュニケーション、コントロールを持つ適合可能な全体”と表しており [6]、 “システムという観念は、抽象的であるにも関わらず、世界の現実の各部分を表す「ラベル」としても使用されている”とも述べている [5]。また、Wilson は、「システム」を、物理世界を対象とした自然システム、人工物を対象とした人工システム、人間が目的を持って行為を起こす人間活動システム、

そして、人間や人間関係に関する社会・文化システムの4つに分類している [4]。SSMは、このシステムの分類の中で、人間活動システムを扱うものである。

人間活動システムは相互関連しあうサブシステムの集まり、あるいは、相互関連しあう活動の集合として記述される。サブシステムもシステム的一种であるので、システムとして定義可能であり、活動の集合としてモデル化することができる。人間活動システムをモデル化する用語としては動詞を用いる。社会システムは人間活動システムと重要な関係がある。人間と社会は密接に関係しているので、人間活動システムを定義する際には社会システムも考慮する必要がある。

SSMの基本的なプロセスを図2に示す。まず、(1)改善する必要がある問題状況を認識し把握して、(2)問題状況を表現する。表現方法には非形式的な絵や図を使用するため、表現された図は Rich Picture と呼ばれている。そして、(3)問題状況に関連する基本定義を定める。この時、CATWOE分析を行うと基本定義が容易になる。CATWOEとはC(Customers, 受損益者), A(Actors, 実行者), T(Transformation, 変換), W(Wentanschuung, 世界観), O(Owner, 所有者), E(Environment Constraints, 環境制約)であり、これらを明確にして成文化し、基本定義が得られる。基本的には、「〇〇を達成するために△△によって××を行うシステム」のように表される。次に、(4)基本定義に基づいて改善を行うための概念モデルを作成する。概念モデルは行為を示すものであり、動作で表現される。そして、(5)作成された概念モデルを現実世界と比較し、(6)実行可能な行為を示した改革案が示される。最後に(7)改革案に基づいて改善のための実行を行う。この7ステップを繰り返し行うことによって、さらに改善を図ることができる。

4 SSMの導入

ここでは、DAMにSSMを導入する過程について述べる。まず、DAMとSSMを比較し

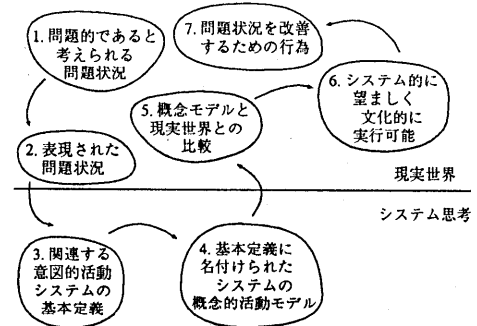


図2: SSMの伝統的7ステージモデル
(文献 [5] より引用)

て両者の特徴を見つけ出した後、DAMにSSMの導入を試みる。

4.1 DAMの分離

DAMとSSMを比較するために、プロセスとプロダクトに注目して比較を行った結果、DAMはプロダクトに、SSMはプロセスに焦点を当てていることが認められ、また、扱う問題が両者で異なっており、DAMではソフトウェアシステムを、SSMは人間活動システムを扱う。その扱う問題範囲も異なり、DAMでは広く問題領域を、SSMでは一つの問題のみを扱うものであるということも分かった。

扱う問題の範囲が異なるという比較結果により、DAMを個々の問題と問題群を扱う手順に分離する。図1において、DAMの入力に複数の問題が、出力に Domain Problem Model が記されているが、問題群から直接 Domain Problem Model が作成されるとは考え難いので、個々の問題をモデル化した後に、それらを抽象化または集約化してドメインモデルが作成されると考えられる。したがって、本研究では、DAMを個々の問題をモデル化する手順と複数のモデルをドメインモデルに抽象化または集約する手順の2つに分離する。この分離の概念を図3に示す。

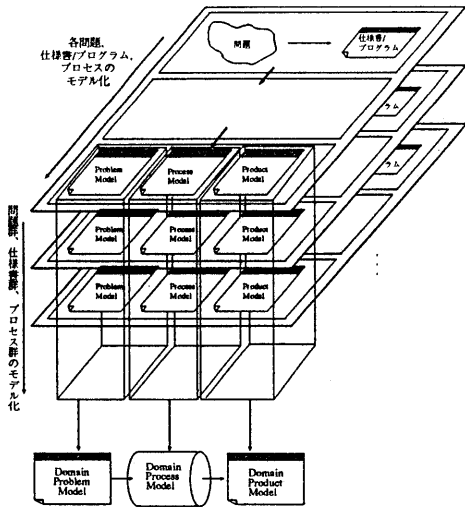


図 3: DAM分離の概念

4.2 DAMにSSMを導入

前半の入力は問題と仕様書/プログラム、およびそれらにあるプロセスの3種類であり、出力としてモデルがそれぞれ作成される。このことより、この手順を Domain Component Modeling(DCM)とした。また、後半では、複数のモデル化された問題・プロセス・仕様書/プログラムが入力となり、各々について集約(または抽象化)されたモデルがドメインモデルとして作成される。ゆえにこの手順を、Domain Aggregation(DA)とした。これらの手順の入出力の間にあるプロセスにSSMの7ステップを埋め込み、新たなDAMを提案する(図4,5)。

5 適用実験

提案するドメイン分析法を使用して、実際にドメイン分析を行い、手法を評価する。

5.1 実験の概要

ここでは、実際に行ったドメイン分析プロジェクトの概要を述べる。

ドメイン分析プロジェクトとして、ドメインを3種類用いた。レンタル業務ドメイン、配送業務ドメイン、そして、管理業務ドメインで

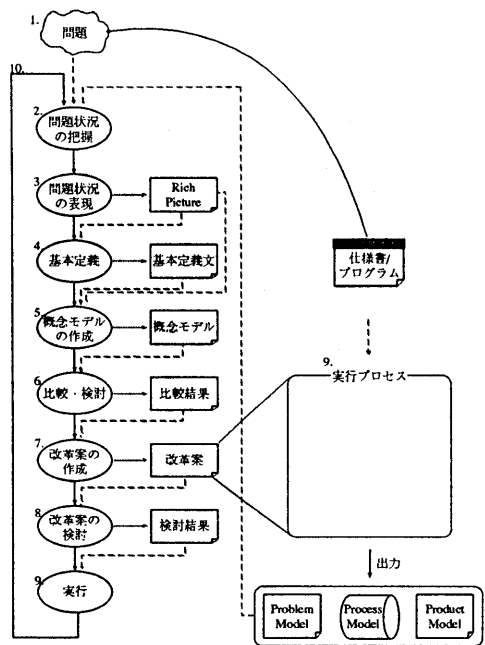


図 4: Domain Component Modeling

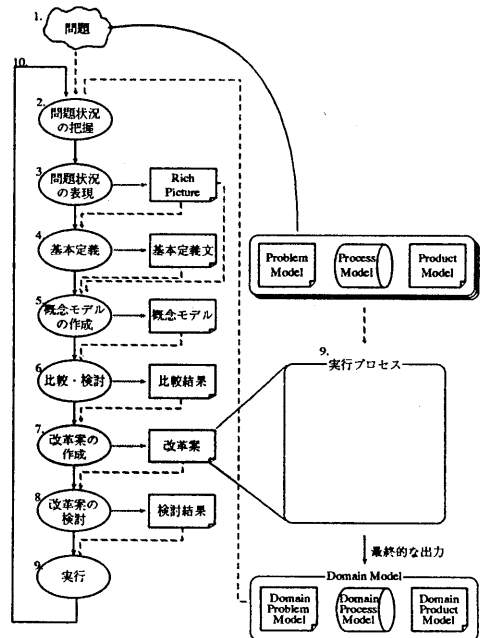


図 5: Domain Aggregation

ある。また、各ドメインは3種類のサブドメインを持つ。レンタル業務には、図書館業務、カーレンタル業務、CDレンタル業務を、配送業務には、出前業務、郵便配達業務、新聞配達業務を、管理業務には、授業登録業務、従業員管理業務、運転免許証管理業務を選択した。プロジェクトメンバとしては、学科内の大学院生に参加してもらい、一つのドメインについて3人のメンバを割り当てた。

プロジェクトメンバにDCMとDAを説明し、著者らはプロジェクト実行の様子を観察しながら、手法に沿って実行するよう所々で指針を与えた。最初は業務に関して現状のみを捉えることとしたため、SSMの特徴である活動に関して考慮できず、(3)の基本定義を定めることが難しくなった。そこで、活動も考慮して再度プロジェクトを行った。

5.2 実験の流れ

プロジェクトの実行結果として、選択した3つのドメインの中からここではレンタルドメインの問題モデルに関して述べる。

まず、DCMに沿って、各サブドメインのモデルを作成する。(1)問題状況の把握に関しては、業務に関する用語が挙げられた。(2)問題状況の表現では、絵と矢印、文章などを用いてRich Pictureを作成した。この時には現状の表現のみが示されるが、このRich Pictureを用いてどの点が改善されるべきであるか議論し、改善後の状況についても絵を追加したり、別の用紙に表現した。図書館業務のRich Pictureを図6に示す。このRich PictureがProblem Modelの元になる。そして、(3)の基本定義において、CATWOE分析を行い、それぞれの要素を明確にして、基本定義を定めた。基本定義は、「○○を達成するために△△によって××を行うシステム」のように表現した。次に、変換を行うプロセスを(4)概念モデルとして作成した。このモデルは、変換を行うための手順を示すもので、順序付けられた動作で示した。そして、(5)概念モデルと現実世界を比較した。ここで、表を使用して比較を行った。表の項目は、その行為が「望ましい

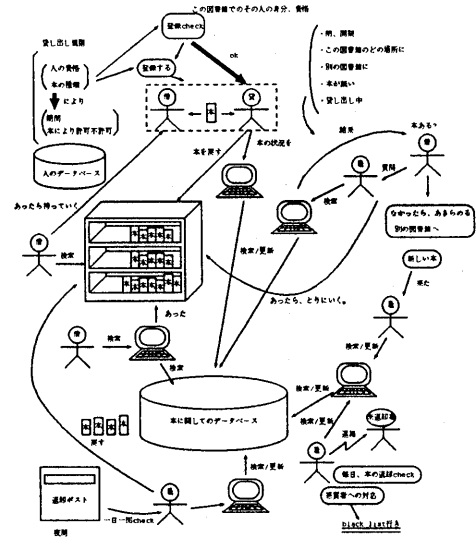


図 6: 図書館業務の Rich Picture

か」「実行可能か」「可能な行為は何か」の3点とした。実行可能であれば具体的な行為を挙げ、実行不可能であれば代替案を挙げた。概念モデルをそれらの行為で具体的に書き換えて、(6)改革案が作成された。これは、Process Modelの元になる。改革案を図7に示す。ここで、実行が不可能な時に挙げられる代替案は、現実世界と比較される必要があるため、実行する前に、代替案を検討するステップを入れた。そして、実行可能になったら改革案に沿って実行を行う。DCMでの実行とはドメインの状況を改善する手順とモデルを作成する手順が含まれるべきである。ここまで、SSMに沿って行ってきたので、問題の改善に関して焦点を当て、既存のものの改善を考慮してきたが、本研究の中心は再利用を目的とするドメイン分析であり、改善点や改善方法のみをモデルとして作成するだけでは再利用することはできない。したがって、DCMを行う際に、既存のもの(ソフトウェアやシステム)の開発過程なども明確にするべきである。もし、既存のソフトウェアなどの要求や開発過程等も保存してあるなら、プロセスモデルとして利用



図 7: 図書館レンタル業務における
概念モデルの改革案

できるが、実際にはあまり保存されていないと思われるので、開発段階に戻って、開発過程を明確にする。また、場合によっては実際にもう一度開発を行わなければならない。実行した後、改革案をさらに改善するために、問題状況の把握に戻って同じ行為を繰り返すべきである。また、繰り返すことによって、作成されるモデルも修正されていく。

本研究では、Problem Model を Rich Picture を形式的に表現したものとし、DA の手順にしたがって、3つのサブドメインの Problem Model を集約し、レンタル業務ドメインの Domain Problem Model を作成した。作成手順については、DCM とほぼ同様であるが、問題状況の把握と表現は、DCM で作成されたモデルの関係などを把握して、それを表現することである。基本定義を定めるための CATWOE 分析では、変換 T が複数のモデルをドメインモデルに変換することである。そして、集約するための手順を示したものが概念モデルになり、概念モデルと現実世界を比較させて具体案または代替案を挙げたものが

改革案である。また、代替案が出された時には、その案を現実世界と比較することが必要となってくるので、DCM と同様に代替案と現実世界の比較を行う行為が考えられる。そして、改革案に沿って実行を行うと、ドメインモデルが作成される。DA が DCM と異なるのは、DA で作成された Rich Picture は Domain Problem Model の元にはならないということと、DA での改革案は Domain Process Model の元にはならないということである。したがって、Rich Picture や概念モデル、改革案は保存されない。

実験から、全体の流れの中で、前の工程に戻る必要が出てきたならば、その都度戻るべきである。提案する手法の図中には大きなフィードバックの流れのみを記してあるが、小さな戻りも許されている。

6 評価

6.1 手法の評価

ここでは、提案する手法の妥当性を検討するために、これまで行われている4つのドメイン分析例 [7][8][9][10] に当てはめることを試みた。中山ら [7]、平井ら [8]、France ら [9] はそれぞれ、生産管理ドメイン、セールスドメイン、産業開発環境ドメインのドメインモデルの作成を試みており、DA の手順に沿って行っている。しかし、入力としては個々のモデルではなく、モデル化される前の問題とプログラムが入力となっており、出力には Domain Problem Model や Domain Product Model が作成されている。特に、中山ら [7] と平井ら [8] には、Rich Picture や基本定義、比較や改革案の作成過程がなく、繰り返しの過程も存在していないが、概念モデルは作成されている。また、Tracz ら [10] では、劇場チケット販売ドメインのモデル作成に関して記述しており、顧客の要求が入力となり、Problem Model と Product Model が作成されている。やはり、Rich Picture や基本定義、比較、改革案などは作成されておらず、概念モデルのみが作成されている。このように、本稿で提案する手法はこれらの分析例を全て網羅しているといえる。

6.2 プロジェクトの評価

プロジェクトを行うために選択したドメインは、分析するには抽象度が高過ぎて、サブドメインもさらにサブサブドメインとなるものを分析する必要が出てきた。ドメイン分析法を評価するためには、比較的簡単なドメインを選ぶべきであった。レンタル業務ドメインについては研究例がいくつかあり、一般によく知られている業務であるので、分析しやすかったと思われる。しかし、配送業務や管理業務は馴染みが薄く、改善点を探ることが容易でなかった。プロジェクトメンバには大学院生が参加したので、どちらかというが開発側のメンバが多く、肝心のドメイン専門家を探すことが難しかった。

7 考察

本稿で提案するドメイン分析法には、まず、ドメイン専門家(例えばシステムの発注者)と開発者(例えば受注者)の両者が必要である。また、この手法、特に前半のDCMでは、一般のドメイン分析に加えて、保存されていないプロセスも明確にさせようというものであり、既に仕様書またはプログラムがあれば、問題から仕様書を作成するプロセスも明確にすることを考慮している。したがって、DCMは再利用できるよう考慮した開発法としても利用することができる。提案するDAMプロセスは、多くの問題やプロセス、仕様書/プログラムをモデル化し、それらを集約することから、階層的構造化手法に類似していると思われる。

8 おわりに

本稿では、ソフトシステム方法論を利用して、人間活動を考慮したドメイン分析法を提案した。この手法の特徴は、DAMプロセスを前半と後半に分離させ、個々の問題やプロセスなどをモデル化する手順と、モデルを集約してドメインモデルを作成する手順をSSMプロセスを利用して明確にした。この手法を用いて実際にドメイン分析を行い、さらにこれまでに行われているドメイン分析例を手法に当てはめ、手法を評価した。本手法は、問題と

仕様書/プログラムにそれらの間のプロセスも考慮したTriadic Domain Modelを利用し、さらにDAMプロセスにSSMを利用したことにより、改善における手順が明確になった。また、前半のDCMは再利用を考慮した開発法としても利用可能なものとなった。

今後は、ドメインモデルを開発に再利用する方法を明確にする必要があると思われる。また、ドメイン分析を支援するツールの開発が行われれば、ドメイン分析を容易に行うことができるであろう。

参考文献

- [1] 田村 恭久・伊藤 潔・杵嶋 修三：「ドメイン分析・モデリング技術の現状と課題」、情報処理, Vol.35, No.10, pp.952-961 (1994.10).
- [2] Will Tracz, Lou Coglianese and Peter Young : "A Domain-Specific Software Architecture Engineering Process Outline", ACM SIGSOFT Software Engineering Notes, Vol.18, No.2, pp.40-49 (1993.4).
- [3] Rubén Prieto-Díaz : "Implementing Faceted Classification for Software Reuse", Communication of the ACM, Vol.34, No.5, pp.88-97 (1991.5).
- [4] Brian Wilson(根来 監訳) : 「システム仕様の分析学 ソフトシステム方法論」, 共立出版 (1996).
- [5] Peter Checkland, Jim Scholes(妹尾 監訳) : 「ソフト・システムズ方法論」, 有斐閣 (1994).
- [6] Peter Checkland(高原・中野 監訳) : 「新しいシステムアプローチ」, オーム社 (1985).
- [7] 中山 裕子, 吉田 裕之, 上原 三八 : 「オブジェクト指向によるドメインモデルの試作と考察」, 信学技報 KBSE93-5, pp.1-8 (1993.7).
- [8] 平井 俊光, 田村 恭久, 伊藤 潔 : 「セールズドメインにおけるドメインモデルの獲得とその再利用」, 信学技報 SS95-23, pp.25-32 (1995.9).
- [9] Robert B. France and Thomas B. Horton : "Applying Domain Analysis and Modeling : An Industrial Experience", ACM SIGSOFT Software Engineering Notes, Special Issues, pp.206-214 (1995.8).
- [10] Will Tracz : "DSSA(Domain-Specific Software Architecture) Pedagogical Example", ACM SIGSOFT Software Engineering Notes, Vol.20, No.3, pp.49-62 (1995.7).