

ビジネスプロセスモデリングによる情報システム構築の一手法

北島 聡史[†] 中村 義幸[†] 上西 司[†] 小泉 寿男[†] 坂 和磨^{††}

[†]東京電機大学大学院理工学研究科 ^{††}(株)ビジネスプロセスウェア

現在，オブジェクト指向分析設計技術の進展に伴って，UML をベースとする多種多様の情報システム構築技法が提唱されている．そのなかで，OMG が提唱する MDA およびその実現を目的とした xUML は，モデルとコードの格差を解消または縮小することが主な狙いである．一方，システム分析の最上位に位置するビジネスプロセスモデルの有効性は，業務の分析と改善の IT 手法として認められてきている．本稿は，ビジネスプロセスモデリングおよび UML モデルの生成，そして xUML による実行検証を行いつつコードへの変換，実装へ移していく構築手法を提案する．さらに本方式を部品調達システムに適用した状況を述べる．

A Method of Information System Development based on Business Process Modeling

Satoshi Kitajima[†] Yoshiyuki Nakamura[†] Tsukasa Kaminishi[†] Hisao Koizumi[†]
Kazuma Ban^{††}

[†] Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Denki University

^{††} Business Processware co.

In recent years, with the advance of object-oriented analysis and design technology, various kinds of information system development methodologies based on UML have been proposed. In those methodologies, MDA proposed by OMG and Executable UML (xUML) that provides the implementation technology for MDA, aims mainly at eliminating or shrinking the gap between model and code. On the other hand, the effectiveness of business process modeling which gives the top-level view in the system analysis is gaining wide recognition as a useful IT methodology of analysis and improvement of enterprise jobs. In this paper, we propose a method of information system design consisting of business process modeling and the generation into UML, and then the execution and test at the level of xUML followed by code generation by xUML model compiler. Then, we describe the current state of applying the proposed method to a parts procurement system.

1. はじめに

現在，オブジェクト指向型のシステム設計・開発の進展に伴い，各種の情報システム構築技法が提唱されている．UML(Unified Modeling Language)により作成されるシステムのモデルは，作成されたモデルとソースコードの関連は薄く，実装に直接役立つことは少ない．また UML モデルの表記法は定められているが，記述法は定められていないために，出来上がる UML モデルはシステムの可動性を保証するものではない．

OMG(Object Management Group)[1]が提唱し，仕様化を進めているモデル駆動型アーキテクチャ

MDA(Model Driven Architecture)[2][3][4][5]は，開発するシステムのモデルを UML モデルを活かし，プラットフォーム非依存で作成して，そのモデルを変換して行くことで実装へと至るシステム構築技法である．

また，Executable UML(以下 xUML)[6]はモデルとコードのギャップを解消して，MDA を実現する手法として注目されている．

一方，ビジネスプロセスモデリングは，企業の持つ人材やシステム，情報などの資産を把握することにより業務プロセスをビジネスプロセスとしてモデル化し可視化・効率化を図る手法である．

本稿では、ビジネスプロセスモデリングからの UML の生成、そして xUML による実行検証を行いつつコード化、実装へ移していく構築手法を提案する。本研究は現在、方式の基本設計を終え、プロトタイプ構築と一部評価を行っている段階である。本方式を部品調達システムに適用し、開発を行っている状況を述べる。

2. MDA と xUML

(1) MDA による開発

UML を用いた設計手法では、各設計フェーズで適切なモデルを作成し、設計図として利用する。MDA はシステムモデルの変換を繰り返し、システムの構築を行う開発手法である。変換の流れを図 1 に示す。

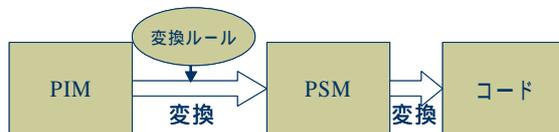


図 1 MDA におけるシステム構築

プラットフォームに依存しないモデル PIM(Platform Independent Model)を、変換ルールを用いてプラットフォームに依存したモデル PSM(Platform Specific Model)へ変換する。PSM はプラットフォームに依存したモデルであるためにコードの作成に寄与する。モデルの表記法として主に UML が用いられる。

モデルがコードへと変換されたときにコードが動作するかどうかを判断するためには、モデル自身が実行可能であることが望ましい。なぜなら、PSM へのモデル変換前にモデルの可動性が確認できれば、実装に至った段階でコードが動かずに、開発工程をさかのぼるといった非効率がなくなるからである。

(2) Executable UML による開発

xUML は、UML の表記法に沿って記述した図に動的な振る舞いを内包したものである。静的なモデリングは UML と同様である。xUML で使用される具体的なシンタックスは標準化されていない。振る舞い(アクション)に関するセマンティクスについては標準化が現在行われているが、具体的な記述に関しては未定義のままである。

図 2 に xUML を用いた設計手順を示す。システムを視覚化して開発できるという UML の利点に加えて、作成したモデルの検証、およびシステムのシミュレーション

を行うため、モデルと妥当性をコードへの変換および実装前に確保できる。設計手順にモデルの実行とアクション言語の付加が加わるだけで、基本的な流れは変わらない。

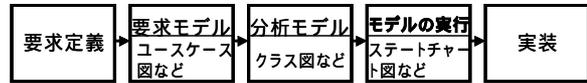


図 2 xUML を用いた開発手順

3. ビジネスプロセスモデリングによる情報システム構築

本方式は、MDA のモデル変換によるシステム構築を行い、設計段階において実行可能なモデルで動作の検証をすることでシステムの可動性を確認することを狙いとする。開発の流れを以下の図 3 に示す。

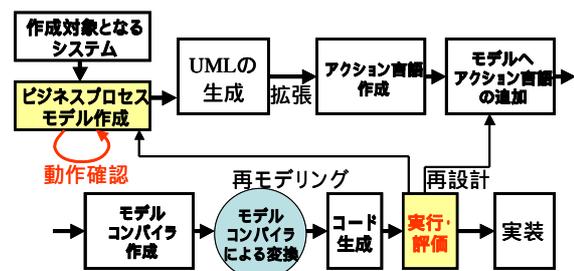


図 3 本方式の開発の流れ

まず、作成の対象となるシステムに関し、複数の業務にまたがっているビジネスプロセスを分析して、現状(As-Is)プロセスと改善(To-Be)プロセスを織り込んだビジネスプロセスモデルを作成する。次に、そのモデルの動作を確認し、必要な更新を行う。その後、UML モデルへ変換する。UML モデルの段階では、アクション言語を作成追加し、モデルコンパイラによってコードへ変換してモデルを実行させる。実行評価により、必要なアクション言語追加の再設計、またはビジネスプロセスモデルの再モデリングを行う。

3.1 ビジネスプロセスモデリング

企業の事業活動を分析し、効果的な業務内容を実現すると共に、事業環境の変化に迅速に対応しうる情報システムを構築するために、ビジネスプロセスを可視化して記述することが重要である。モデリングは、単なるお絵かきツールではなく、作成したビジネスプロセスの有意性を検証できると共に、作成したプロセスモデルへの修正、追加、削除などの更新が容易に出来

なければならない。

本研究では、ビジネスプロセスの可視化記述、モデルの階層化による段階的詳細モデル化、およびモデル更新が可能な手法とツールを備えた IDS Scheer 社の ARIS(Architecture of Integrated Information Systems)[7][8][9]を活用する。ARIS は、ビジネスプロセスをプロセスビュー、ファンクションビュー、データビュー 組織ビュー及びアウトプット/サービスビューの 5 つのビューから記述し、プロセスビューが 5 つのビューを統合化する。さらに、各ビューごとに細分化して記述する。ARIS で記述したモデルは、UML の各モデル図に変換される。

3.2 実行可能なモデル

(1) モデルの構成

ビジネスプロセスモデル図より生成された UML モデル図に対して拡張を行い、実行可能なモデルとする。

拡張されるモデルから生成するメタモデル、アクション言語、セマンティクスおよびモデルコンパイラの関係を図 4 に示す。

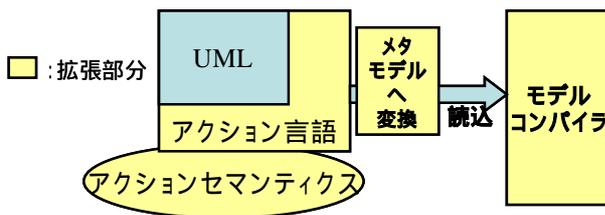


図 4 UML モデルの拡張と実行

アクション言語：アクション言語は、データフローをもとにモデルできっかけとなるイベント同士を結びつける。アクション言語はアクションセマンティクスに忠実でなければならない。

アクションセマンティクス：シミュレーションを行うためにはモデルに動作が詳細に記述されていなければならない。アクションセマンティクスは、モデルの動作の標準仕様を記述する。モデルに記述される動作はシステムのデータフローによって生成されるため、シミュレーションを行うことはシステムのデータフローを追うことを意味する。

アクション言語はアクションセマンティクスに基づいて作成されるが、実際のアクション言語の構文には関係せず、セマンティクスさえ満たせば開発者が自由に作成できる。

メタモデル：モデルの内部構造にアクション言語を付加し、動作させるにはモデルにどのような意味づけが

なされているかなど、モデル自体の持つ情報をやりとりできなければならない。

本稿では意味情報を記述した UML メタモデルの記述に関する意味論や文法に MOF(Meta Object Facility)[10]を用いる。MOF はメタモデルの構成要素を定義し、またメタモデルを管理するための標準技術仕様である。本方式では、MOF を基盤としてモデルの情報を XML 形式で管理するために、UML のメタデータとしての標準技術仕様である XMI(XML Metadata Interchange)を用いる。

モデルコンパイラ：モデルコンパイラとはモデルに記述したアクション言語を解析する機構をさす。モデルコンパイラによってアクション言語は解釈され、シミュレーションは実行される。

(2) モデルの作成

図 5 は図 4 における“xUML の作成”、およびモデルの“実行・評価”を示す。モデルの作成は、図中の各フェーズにおける構築をさす。

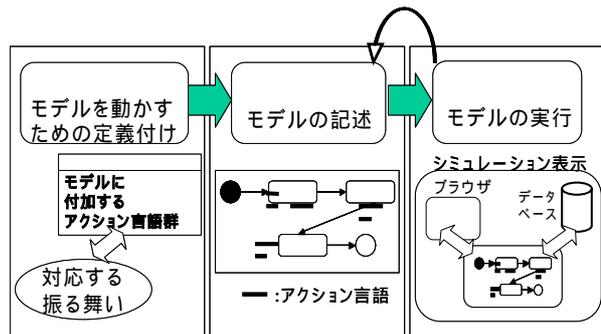


図 5 モデル実行までの流れ

モデルを動かすための定義付け(アクション言語の作成)：このフェーズでは、モデルと動作を表すアクション言語を定義付ける操作を行う。構築すべき実行環境は、モデルの動作に対応したアクション言語の作成である。実際の設計においては、このフェーズでの操作は通常、自動的に行われ、新たなアクションを追加するときのみ手動で行う。

モデルの記述 (UML 作成ツールの使用)：このフェーズでは、第 1 のフェーズで定義したアクション言語を付加したモデルを作成する。本研究では、現在、ステートチャート図上での実行を検討している。アクション言語はこの図上に適宜付加する。

シミュレーションの実行(モデルコンパイラの実行)：このフェーズでは、前のフェーズで記述したモデルによるシミュレーションを行う。

モデルの解析はXMIファイルのタグをもとに行う。解析結果にはモデル情報とアクション言語が含まれる。これらの結果をもとにデータフローをオブジェクトごとに作成する。

(3) モデルシミュレーションの視覚化

シミュレーション(コンパイル結果)の表示方法について述べる。コンパイラによって逐次解釈されていくアクションの情報は、動的にモデルにフィードバックされ、再描画される。

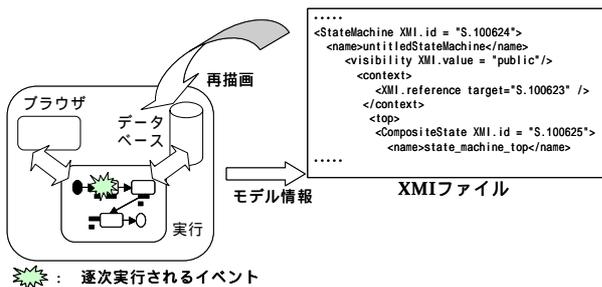


図 6 動的表示の仕組み

モデルに記述されたデータベースへの接続を行うイベントが存在する場合には、シミュレーション画面にデータベースを表示し、データベースを含めたデータフローを逐次描画させる。

4. システムの構築と評価

事例として、本方式による部品調達システムを構築し、評価を行う。

4.1 部品調達システム

部品調達システムは、e-マーケットプレイス上にて、逆オークション形式を用いて買い手側企業(バイヤー)が調達したい部品の購入希望条件を提示し、複数の売り手側企業(サプライヤー)が条件に合った見積りを返すものである^[11]。この調達システムでは一回目の見積り選考のあと、選考に通ったサプライヤーに再見積りを依頼し、これらのプロセスを繰り返す。部品調達システムの一連の流れを図7に示す。

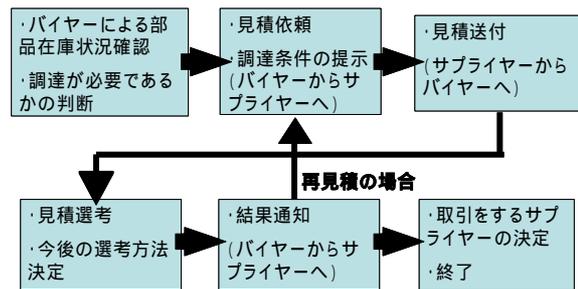


図 7 部品調達システムの流れ

バイヤー企業は部品の在庫状況などから調達が必要かを判断する。バイヤーはサプライヤー企業に希望商品、個数などの調達条件を伝え、見積りを依頼する。

サプライヤーは登録画面を使ってサーバに見積りを送信する。システムは見積りの選考を行う。ここでは見積り書の中の単価・品質・取引実績の3つから、見積りの良し悪しを判断する。バイヤーは選考結果から、条件を満たす見積りを出したサプライヤーには、再度の購入条件を提示して再度の見積りを出してもらう。選考漏れサプライヤーには不合格結果を、合格サプライヤーには再見積り要請を送信する。再見積りをしてもらう場合には ~ を繰り返す。取引を行うサプライヤーを決定する。

4.2 ビジネスプロセスモデリング

(1) ビジネスプロセスモデル図の作成

ARIS はビジネスプロセスモデルの作図機能と、ビジネスプロセスモデルから UML モデルに必要なオブジェクトを抽出し UML モデルのオブジェクトに変換する機能を持つ。ビジネスプロセスモデル図の作成法を図8に示す。

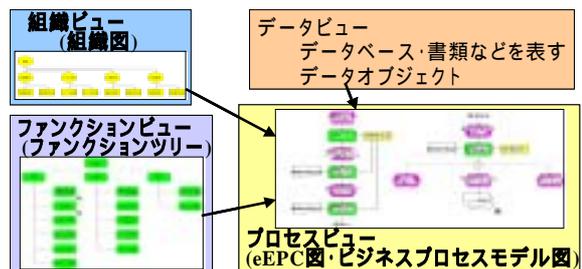


図 8 ビジネスプロセスモデル図の作成

最初にファンクションツリーを用いて、目的達成のための業務や活動を階層化して表示。これにより、機能間の静的な関係の表示できる。調達システムの各機能をサプライヤーとやり取りするものと部品を管理するものの2つに分類した。前者は資材管理の機能とし

て、資材調達や見積もりの検討など4つの基本機能があり、後者は「営業」として5つの基本機能を有している。

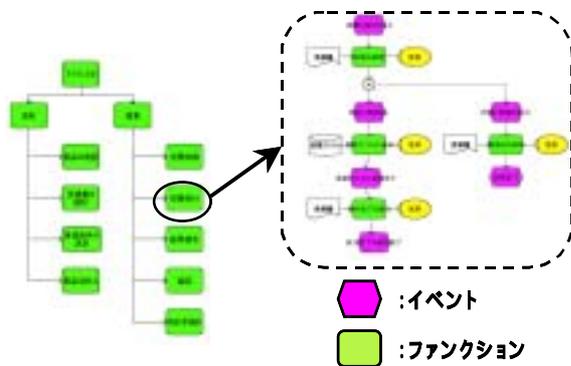


図 9 ファンクションツリー（左）と eEPC 図（右）

本調達システムを、eEPC 図を用いてモデリングを行った。作成したファンクションツリーと eEPC 図のうちの 1 部を図 9 に記す。ファンクションツリーの各基本機能単位にモデリングを行い eEPC 図を作成する。eEPC 図は、ビジネスプロセスを詳細に記述するためのモデルタイプであり、各モデルビュー間における関係を表す。この図では「イベント」及び「ファンクション」の 2 つの要素を主に用いる。イベントはプロセスにおける情報オブジェクト（モデリングの対象になる情報）の状態やファンクションの起動や結果を表す。ファンクションは、企業目的を達成するために情報オブジェクトに対して遂行される行為や作業をさす。図中の六角形がイベント、四角形がファンクションを表し、ファンクションで見積の確認やサプライヤーへの通知を行い、イベントではファンクションの結果を主に表し、次のファンクションを起動させる。また、ファンクションを誰が実行するか（楕円）、どのような情報媒体を用いるかも記している。実際には、eEPC 図はこの他に 5 枚作成した。

(2) UML の生成

ARIS を用いて eEPC 図を UML モデルのユースケース図とクラス図へそれぞれ変換した。内容を図 10 に示す。ユースケース図に関しては完全に自動的な変換が行われた。ビジネスプロセスモデル図には機能と動作させる人、つまりアクタの関係が記述されている。そのため、ツールによる自動変換が可能であった。クラス図に関してはオブジェクトの抽出が行われた。ビジネスプロセスモデル図にはクラスのオブジェクト同士の関係を表す関係線が引

かれないため、生成されたクラス図に手を加えてクラス図の作成を行った。

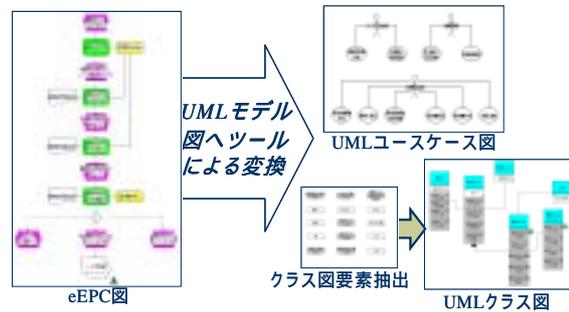


図 10 eEPC 図の UML 図への変換

4.3 実行系の構築

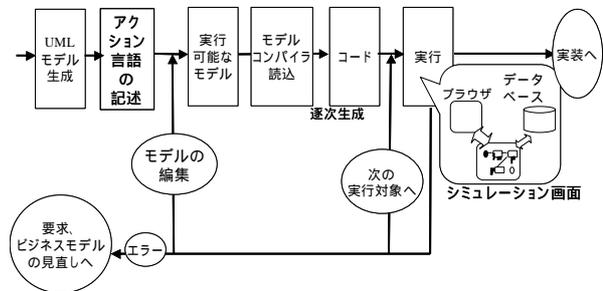
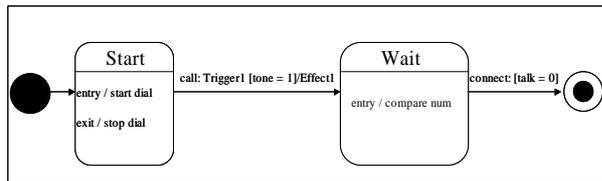


図 11 モデルの実行機構

生成された UML から実行可能モデルに拡張する過程を図 11 に示す。実行可能モデルに記述したアクション言語はモデルコンパイラによって逐次解釈され、実行される。コンパイラによる解釈および実行はアクション言語を Java 言語に変換し、実行することによって行う。この実行は 1 ステートずつ逐次行われる。実行結果は逐次シミュレーション画面に反映され、開発者はモデルのどの部分を実行しているのか視認できる。実行が終わり、すべてのステートが実行されていない場合、また、エラーが発生した場合には実行結果を前のフェーズにフィードバックさせる。次のステートへ移行する場合には再び実行フェーズへ、エラーである場合にはエラーの度合いに応じて“モデルの編集”、または“要求、ビジネスモデルの見直し”へと戻る。エラーの度合いは業務システム開発者が判断する。モデル、モデルコンパイラ、シミュレーション表示機構らのデータのやり取りには XML ファイルに変換したモデル情報を用いる。既存の UML 作成ツールは、そのほとんどで XML による保存が可能である。よって、現段階ではモデル作成から XML 変換までを既存ツールで行う。

モデルの記述と XMI 変換には既存ツールの ArgoUML を用いた 図 12 に作成した図例と変換した XMI の一部を示す。



```

.....
<XML.content>
  <Model XML.id = "S.100623">
    <name>untitledpackage</name>
    <visibility XML.value = "public"/>
    <isAbstract XML.value="false"/>
    <isLeaf XML.value="false"/>
    <isRoot XML.value="false"/>
    <ownedElement>
      <behavior>
    .....
```

図 12 ArgoUML による状態チャート図例と XMI 変換例

4.4. 評価

部品調達システムのビジネスプロセスモデリングに関しては、ファンクションツリーでは機能のすべての構成が一つの図という形で見ることができ、把握することが可能となった。企業情報システムのような複雑したシステムでは、この図での把握は有効な手段であるといえる。eEPC 図は機能の流れが見ることが可能になる。一般的なフローチャートとは違い、どのような情報を扱い、誰が機能を実行するかも同時に記すことができるため、機能の詳細な流れが見ることが可能である。UML への変換をする場合、変換元となる eEPC 図の作成には UML への変換を想定した配慮が必要で、変換後に必要となるオブジェクトを含めることを事前に考慮する必要がある。

実行モデルに関しては、アクション言語の追加による実行可能モデルの構築、およびモデルシミュレーションの視覚化の構築は現在作成中であり、作成後にその効果の評価と課題の抽出を行う。

本方式による情報システム構築において、図 3 に示した開発の流れを上流から実装までを一貫して動作確認することは作業中であり、現在その評価はできていない。

5. まとめ

本稿では、ビジネスプロセスモデルによってシステムの上流仕様を記述し、それを UML モデルに変換した後、MDA の考えに則った xUML の実行可能モデルによって実行確認しつつコードに変換していく流れを基本とする情報システム構築法を提案した。ビジネスプロセスモデリングについては、部品調達システムを事例として一部機能の ARIS によるモデリング作成とその評価を行った。実行可能モデルについては、現在のシステムの構築中であり、構築後に具体的な評価を行う予定である。

また、全体の開発の流れにおいて、動作確認の評価を行う箇所は、ビジネスプロセスモデリング後の段階、実行可能モデルシミュレーションの段階および実装後の段階の 3 箇所である。3 箇所間の整合性及び各段階での有効性についても評価を行う予定である。以上の評価を繰り返して本方式におけるビジネスプロセスモデルの作成から実装までの流れの確立を目指す。

参考文献

- [1] <http://www.omg.org>
- [2] <http://www.omg.org/mda/>
- [3] 山田正樹, モデリングとツールを駆使したこれからのソフトウェア開発技法 モデル駆動開発手法を中心として, 情報処理学会学会誌, Vol. 45 No. 1, pp. 3-9 2004.
- [4] ANNEKE KLEPPE 他著, 長瀬嘉秀 訳, “MDA モデル駆動型アーキテクチャ導入ガイド”, インプレス, Dec. 2003
- [5] 峰岸巧, 永田守男, 神谷慎吾, 山本修一郎, 安東孝信, 山城明宏, MDA に基づくソフトウェア開発の事例と開発プロセス, 研究報告「ソフトウェア工学」No. 140 - 003, 2002.
- [6] スティーブ・J メラー, マーク J. バルサー, “Executable UML MDA モデル駆動型開発の基礎”, 株式会社テクノロジーアート
- [7] ARIS, IDS Scheer, <http://www.ids-scheer.co.jp>
- [8] シェア A-W 著, 坂和磨監訳, “ARIS ビジネスプロセスモデリング”, シュプリンガーフェアラーク社
- [9] ハインリヒ・ザイドルマイヤ, “ARIS によるビジネスプロセスモデリング”, ビー・エヌ・エヌ新社
- [10] “Action Semantics for the UML”, Object Management Group
- [11] 石川俊之, 小泉寿男他, 自動選考機能を持つ部品調達ビジネスモデルと構築評価, 情報処理学会 DPS ワークショップ, pp. 133-138, 2001.