

B\_005

# 記録内容の柔軟かつ迅速な変更が可能な業務記録システムの提案 A Flexibly and Rapidly Configurable Business Activity Recording System

田代 大輔†  
Daisuke Tashiro†

川本 真一†  
Shinichi Kawamoto†

## 1. はじめに

企業における業務の監視[1]や内部統制[2]等を実現するため、業務の記録の重要性が増している。企業の大部分の業務にITが導入されており、業務の記録はITによって行われるのが一般的である。近年、業務を取り巻く法規制等が強化されてきており[3]、法制定の度に業務の記録内容を変更する必要に迫られている。

しかし、業務の記録機能は、その業務を実行するアプリケーションの開発時に、アプリケーション開発者によってプログラム内部に作り込まれるのが一般的である。このため、業務の記録内容の変更はアプリケーションプログラムの変更を伴うために、記録内容を容易に変更することができない。

柔軟かつ迅速に業務の記録内容を変更するには、業務の記録内容に関して責任を持つ業務管理者が記録内容の変更を指定すると、アプリケーション開発者がプログラムの変更をすることなく、指定した記録が迅速に開始されるシステムが必要である。本稿では、このような記録内容を柔軟かつ迅速に変更可能な業務記録システムを提案する。

## 2. 業務の記録と本研究の課題

### 2.1 ITシステムによる業務の支援

近年、企業の多くの業務において、業務を支援するためにITシステムが導入されている。ITシステムによる業務の支援とは、それまで人手で実施していた業務の一部をITシステムで肩代わりすることである。一例として申請者の申請を承認者が承認する業務を考える。申請・承認業務のプロセスをBusiness Process Modeling Notation(BPMN)[4]と呼ばれる記法を用いて記述すると図1のようになる。通常このような業務にはワークフローシステムと呼ばれるアプリケーションが用いられる。ワークフローシステムは、申請者の申請書の作成、提出や承認者の承認作業などを支援する。図1に示した申請・承認業務プロセスに、ワークフローシステムを取り入れた場合の例を図2に示す。この図の中段がワークフローシステムの処理を表している。

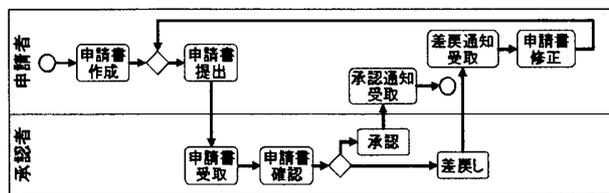


図1: BPMNで表記した申請・承認業務プロセス

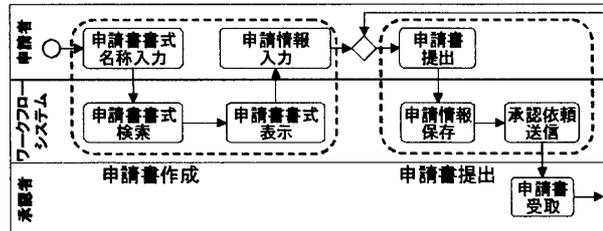


図2: ワークフローシステムを取り入れた申請・承認業務プロセスの一部

### 2.2 業務のITシステムによる記録

一般に業務記録とは、業務を構成する作業(以後アクティビティと呼ぶ)の実行記録である。2.1で述べたように、業務を支援するためにITシステムが導入され、ITシステムが人に代わって一部のアクティビティを実行する。そこでITシステムで実行されるアクティビティに関しては、ITシステムでアクティビティの実行を記録する。ITシステムは、一般にサーバとクライアントから構成される。クライアントの記録は、PCの進捗モニタリングツール[5]によって取得可能である。そこで、本稿ではサーバにおけるアクティビティの記録に注目した。

サーバにおいてアクティビティの実行を記録するには、アクティビティを処理するルーチン(以後アクティビティ処理ルーチンと呼ぶ)の実行開始、および実行完了を記録する。具体的にはアクティビティ処理ルーチンの先頭や末尾において、アクティビティの内容や時刻をログとしてディスク等へ書き出す。このため、従来は開発者がアクティビティの内容や時刻を記録するルーチンを用意し、アクティビティ処理ルーチンの先頭と末尾にこの記録ルーチンの呼出しコードを組み込んでいた。そのため記録内容を変更する場合、プログラムの書き換えが必要となり、容易に変更できなかった。

### 2.3 業務管理者による記録内容変更の課題

一般にITシステムは、業務プロセスに基づいて作成された業務アプリケーションにより業務を支援する。業務アプリケーションは一般に図3に示す工程で開発される[6]。まず業務管理者と上流設計者がBPMNエディタ[4]等を用いて、

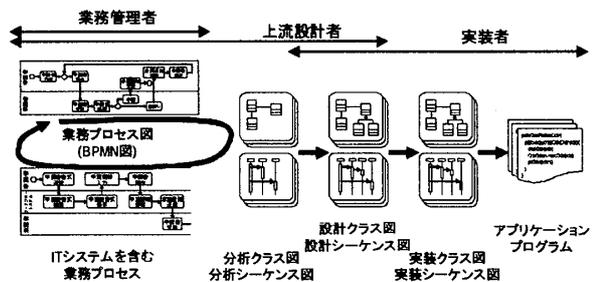


図3: 業務アプリケーションの開発工程

†(株)日立製作所 中央研究所  
Hitachi Ltd., Central Research Laboratory

業務プロセスをBPMN等の記法によりモデル化する。そして、業務プロセスにおいてITシステムで支援するアクティビティについて、上流設計者がITシステムのユースケースを分析し、ITシステム内部の動作を分析シーケンス図、分析クラス図としてモデル化する。ここで、この分析シーケンス図を元に、図2に示したような、ITシステムを含めた業務プロセスのモデルを作成する。

作成した分析クラス図、分析シーケンス図は、上流設計者、及び実装者により設計モデル、実装モデルへと段階的にモデルを変換・詳細化され、最終的に実装モデルを元にアプリケーションのプログラムが実装される。

業務管理者は業務の視点から、業務プロセス図、あるいはITシステムを含む業務プロセス図において、実行されるアクティビティの中でどれを記録するかを判断し指定する。その指定に基づきサーバによるアクティビティの実行を記録するためには、アプリケーションプログラム上で、アクティビティ処理ルーチンに記録ルーチン（以後プローブと呼ぶ）を組み込む必要がある。一般に業務プロセス上のアクティビティと、アプリケーションプログラム上のアクティビティ処理ルーチンとの対応は自明でない。ゆえにプローブを組み込むためには、まず記録するアクティビティに対応するアクティビティ処理ルーチンを特定し、その上で適切なプローブを用意し、特定したアクティビティ処理ルーチンに組み込む必要がある。これら一連の作業は、アプリケーションプログラムの中身を理解しているアプリケーション開発者が実施する必要がある。そのため業務管理者が記録内容を変更しようとする、アプリケーション開発者の工数が発生し記録内容を迅速に変更できなかった。

この問題を解決するには、業務管理者が業務の視点で記録内容を指定すると、指定に応じてプローブを迅速に組み込む業務記録システムを実現する必要がある。このためには、業務管理者が業務の視点で記録内容を指定する方法の実現と、アプリケーション開発者の工数が発生する作業の自動化が必要である。

記録内容は、業務を取り巻く状況の変化に応じてアプリケーションの運用中に変更する必要がある。そのため、業務記録システムはアプリケーションの運用中に記録内容の変更を指定しプローブを組み込むことができる必要がある。

以上から、本研究の課題は以下の2つである。

[課題1] 業務管理者が業務の視点で記録内容を指定でき、かつプローブを組み込む位置を自動的に特定すること

[課題2] 業務管理者の指定に基づいて、自動的にプローブを組み込むこと

### 3. 業務記録システムの検討

#### 3.1 記録内容の指定とプローブ組み込み位置の特定

2.3で述べた課題1の解決について述べる。業務管理者が記録内容を直接変更するために、業務記録システムは業務プロセス図上で記録内容を指定できるユーザインタフェースを備える必要がある。更に記録するアクティビティの指定に対して、プローブを組み込む位置としてアクティビティ処理ルーチンを自動的に特定する必要がある。

まず記録内容を業務プロセス図上で指定するユーザインタフェースの実現について述べる。業務管理者にとって、アプリケーション開発時に作成した業務プロセスモデル上で記録内容を指定できることが望ましい。そこでBPMNエ

ディタに機能を追加し、BPMNモデルの任意のアクティビティに対して、どのような記録を取るかを指定する記録内容指定ユーザインタフェースを実現する。

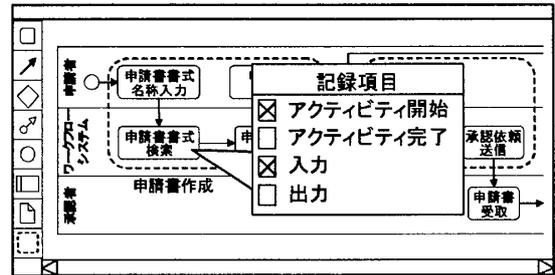


図4: 記録内容指定の例

図4に、記録内容指定ユーザインタフェースを組み込んだBPMNエディタを用いて、記録内容を指定する例を示す。業務管理者はBPMNで表記された業務プロセス図上で、記録するアクティビティと、そのアクティビティで記録する項目を指定する。記録する項目は、アクティビティの開始と完了に関する情報（内容、時刻等）と、アクティビティの入力と出力の4つである。チェックボックスは、チェックされている項目を記録することを意味する。本稿で提案する業務記録システムは、サーバにおけるアクティビティの実行を記録する。このユーザインタフェースでは、クライアントで実行されるアクティビティを選択することができる。そうしたアクティビティが選択された場合、それに対応しデータの受け渡しを行う、サーバで実行されるアクティビティを記録する。

次にプローブ組み込み位置特定の自動化について述べる。プローブを組み込む位置は、記録するアクティビティに対応するアクティビティ処理ルーチンの先頭および末尾である。そのためプローブを組み込む位置を特定するために、記録するアクティビティとアクティビティ処理ルーチンに対応付ける必要がある。これを自動化するために、アプリケーションの開発工程に着目した。アプリケーションの開発工程は、業務プロセスモデルからアプリケーションプログラムへの変換過程と考えられる。この過程をたどることで、アクティビティとそれを処理するルーチンとを対応付けられる。アプリケーション開発時にこの変換過程の各段階の対応関係を記録しておく。記録内容を指定する際に、記録しておいた対応関係を利用し、記録するアクティビティとそれを処理するルーチンとの対応付けを自動化する。この対応関係はアクティビティとアクティビティ処理ルーチンが1対1に対応付けられるように作成する必要がある。また、一般にアクティビティの処理は、単一のルーチンで処理されるとは限らない。そのためアクティビティの実行開始、及び実行完了に対応する場所が、それぞれ別のルーチンの先頭や末尾となる場合がある。この点をどう扱うかは今後の課題である。

#### 3.2 プローブの生成と組み込み

2.3で述べた課題2の解決について述べる。業務管理者の指定に基づいてプローブを自動で組み込むためには、適切なプローブを自動で生成し、適切な位置に自動で組み込む必要がある。プローブを組み込む位置は、3.1で述べた方法により自動で特定される。

プローブのプログラムコードは、記録するアクティビティや、記録項目に応じて個別に生成する必要がある。プローブで行う記録処理は定型的であるため、プローブのテンプレートを用意して、記録内容の指定に基づいてテンプレートに修正を加えてプローブのプログラムコードを自動的に生成する。

生成したプローブを3.1で述べた方法で特定したアクティビティ処理ルーチンに組み込むことにより、業務管理者が指定した記録が実施される。近年、Bytecode Instrumentation(BCI)と呼ばれる、プログラムに別のコードを動的に挿入する技術が実現されつつある[7]。BCIを用いることで、アプリケーションの運用を止めることなく、また元のアプリケーションプログラムを書き換えることなく迅速にプローブを組み込むことができる。BCIの実装には様々なものがあるが、本稿では Dynamic Aspect Oriented Programming(Dynamic AOP)[8]を用いることとした。Dynamic AOPでは、挿入するコードをアドバイス、挿入する箇所や条件をポイントカットと呼ぶ。記録内容の指定に基づき、Dynamic AOPのアドバイス仕様[8]に合致したプローブのプログラムコードをテンプレートを用いて生成する。また、プローブを組み込む位置から、ポイントカットの指定を生成する。

```

1: Class Probe1 implements Interceptor {
2:   public void invoke (Invocation invocation) {
3:     String activityName = "申請書書式検索"; // アクティビティの名称
4:     outputEntry(activityName, getTime()); // 開始の記録
5:     outputArgs(activityName,
6:       invocation.getArguments()); // 入力の記録
7:     Object rv = invocation.invokeNext(); // アクティビティ処理ルーチンの実行
8:     outputResult(activityName, rv); // 出力の記録
9:     outputExit(activityName, getTime()); // 完了の記録
10:  }
11: }

```

図5: プローブの例

自動生成するプローブの例を図5に示す。7行目が記録するアクティビティの実行である。3行目は記録するアクティビティの名称を示す。4、5、8、9行目はそれぞれアクティビティの開始、入力、出力、完了を記録するコードである。これら4つの項目の中で、記録項目として指定されたものに対応するコードをプローブに取り入れる。

業務記録は記録する項目の指定に応じて、プローブからディスク等にログとして出力する。効率的にログを出力するため、各プローブからログを一旦収集し、まとめてディスク等へ出力する機能を業務記録システムに持たせる。各プローブはこの機能を用いてログを出力する。

### 3.3 システム構成

これらの検討の結果を総合すると、業務記録システムの構成は図6のようになる。アプリケーション開発ツール[9]に対応関係記録プラグインを付け加え、アプリケーション開発時において、開発工程におけるBPMNモデルからアプリケーションプログラムに至る一連の過程を対応関係として記録する。またBPMNエディタに記録内容指定プラグインを付け加え、BPMNエディタを用いてBPMNモデル上で記録内容を指定可能とする。組込位置特定部は、アプリケーション開発時に記録した対応関係を用いて、記録するアクティビティの指定から、プローブを組み込む位置を特定する。特定したプローブ組み込み位置はアプリケーションサーバに作りこむ記録制御部に渡される。

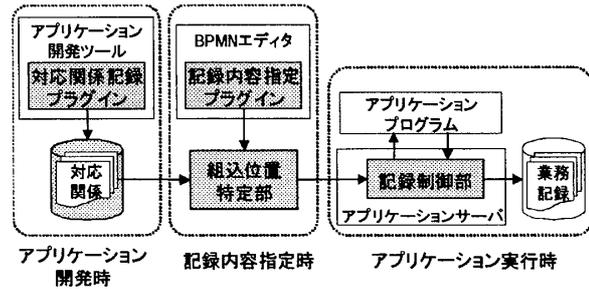


図6: 業務記録システムの構成

記録制御部は、アプリケーションの運用時に記録内容の指定に基づいてプローブのプログラムコードを自動生成し、Dynamic AOPを利用してプローブの組み込みを行う。また、挿入した複数のプローブからログを収集し、まとめてディスク等に保存する。

### 4. まとめ

柔軟かつ迅速に業務の記録内容を変更することが可能な業務記録システムを提案した。本システムは、業務管理者が業務の記録内容の変更を直接操作できるように、BPMNモデル上で記録内容を指定できること、および、記録内容の指定を迅速にアプリケーションに反映させるために、プローブを組み込む位置の特定およびプローブの生成を自動化し、Dynamic AOPを用いてアプリケーションに動的かつ選択的にプローブを組み込むことが可能な構成とした。これにより、柔軟かつ迅速な記録内容の変更が実現される。

本論文では、業務記録システムを構成する要素の中で、記録内容指定プラグインおよび記録制御部について検討した。対応関係記録プラグインによるアプリケーション開発工程における対応関係の記録、および組込位置特定部において、プローブ組み込み位置を特定するためにアクティビティとプログラムを1対1に対応付けることが今後の課題である。

### 参考文献

- [1] H. Dresner, "Business Activity Monitoring: BAM Architecture", Gartner Symposium ITXPO, Cannes, France, 2003.
- [2] "内部統制の礎となる IT ツールのインパクト", 月刊ソリューション IT, No. 202, 2006年1月号, pp. 12-16, 2006.
- [3] "内部統制待ったなし 日本版 SOX 法への対応が急務に", 日経コンピュータ, 2006年3月6日号, 2006.
- [4] S. A. White, "Introduction to BPMN", 2004.
- [5] 直野健, 藤井啓明, 田窪俊二, 恵木正史, "業務モニタリング技術の提案", 情報処理学会研究報告, 2005-DSM-36, Vol.2005, No.31, pp.43-48, 2005.
- [6] 浜口弘志, 原口拓也, 桐越信一, 大場みち子, "MDAによるコンポーネントベースモデリングの実例", 情報処理学会研究報告, 2005-IS-93, Vol.2005, No.86, pp.1-8, 2005.
- [7] Y. Sato, S. Chiba, and M. Tatsubori, "A Selective, Just-in-Time Aspect Weaver", GPCE 2003, LNCS 2830, pp. 189-208, 2003.
- [8] JBoss Inc, "JBoss AOP - Aspect-Oriented Framework for Java", 2005.
- [9] Borland Software Corporation, "Borland Together 2006 for Eclipse ユーザー・ガイド", 2005.