JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	カラードペトリネットによるワークフローシステムのモデル化と検証
Author(s)	平石，邦彦；山本，豊
Citation	Research report (School of Information Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology), IS-RR-2008-005: 1-40
Issue Date	2008-10-22
Type	Technical Report
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/4876
Rights	
Description	リサーチレポート（北陸先端科学技術大学院大学情報科学研究科）

JAIST
JAPAN ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

カラードペトリネットによる
ワークフローシステムのモデル化と検証

平石邦彦・山本　豊

October 22, 2008
IS-RR-2008-005

カラードペトリネットによる
ワークフローシステムのモデル化と検証

平石 邦彦・山本　豊*

1　はじめに

近年，企業による会計改竄による不祥事の是正やコンプライアンス（法令遵守）が強く求められている．これらの問題に対処するための金融商品取引法（通称日本版ＳＯＸ法）が制定され，上場企業においては 2008 年 4 月 1 日以降開始の事業年度から，内部統制の整備および評価が義務化されることとなる．内部統制の達成にはＩＴ統制による不正を起こすことが困難な情報システムの構築や，企業の業務の透明性の確保，適切に情報を管理・運営するためのシステムを構築することが必要不可欠であり，安心電子社会の実現の為には正当性，公平性，セキュリティ，進化性，対故障性等を考慮した情報システムを構築することが必須である．

企業内の業務を電子化し，情報システム上に実装するための手法としてワークフロー（ビジネスプロセス）がある．ワークフローとは業務の手順をフローチャートのような形式で記述したものであり，これに基づいて各業務処理を行うサブシステムを統合することにより構築された情報システムをワークフローシステムとよぶ．ワークフローシステムにより，既存のソフトウェア資産や，別々に構築された業務システムを統合し，一つの大きな業務システムとして機能させることができる．さらに，企業内の業務に関するワークフローを明確化することは内部統制の重要な要件の１つとなっており，ワークフローに基づく業務アプリケーションの開発は，内部統制の実現のための有効な手法の１つである．

本研究では，形式検証の手法を用いた電子社会の高信頼化を目的とし，ワークフローに基づき構築された情報システムの検証を行う．UML アクティビティ図などにより定義されたワークフローの検証に関する従来研究は数多く存在するが (例：[1, 2, 3])，本研究はそれらとは異なり，ワークフローに基づき開発された情報システム自体の検証を行うことを目的とする．たとえワークフローが正しくても，そのソフトウェアとしての実装に誤りがあれば，システムは正しく動作しない．

具体的には以下を行った．まず商用のワークフローシステムとして，実際に地方自治体，銀行などで用いられている日立 Cosminexus WorkCoordinator[4] を使用して業務アプリケーションを試作する．ここで，Cosminexus WorkCoordinator はワークフローに基づく情報システム構築のためのミドルウェアおよび開発環境を提供するものであり，最終的に J2EE[5]

*北陸先端科学技術大学院大学・情報科学研究科 (hira@jaist.ac.jp)

上の WEB アプリケーションを作成できる．つぎに，試作した業務アプリケーションに対する形式的モデルを作成し，システムの正しさに関する検証を行う．モデル化には多くのソフトウェア開発への適用実績のあるカラードペトリネット (Colourd Petri Nets)[6] を用いた．Colourd Petri Nets は抽象データ型の定義，並行動作・非決定性動作の表現が可能な図的モデル化言語であり，モデルの実行機能，状態空間作成機能，モデル検査機能を備えた計算機ツールが用意されている．

モデル上で発見されたエラーが実際のシステム上のどの部分に対応するかが明確になれば，システムのデバッグが容易になる．しかしながら，大規模な業務アプリケーションのソースコードレベルでの形式検証は現実的には不可能であり，一方で，UML アクティビティ図などのワークフローの記述レベルの検証だけでは抽象度が高すぎてモデルと実装との対応関係が明確ではない．本研究では，開発の早期段階での誤りの発見を目的とし，WorkCoordinator 開発環境上で設計者が与えるワークフローの定義情報に基づいたモデル化を行う．さらに，ユーザーのログイン，ログアウト，フォームへの入力，データベースアクセスなど，可能な限り実際のシステムの動作を忠実にモデル化することを目指す．このことで，開発段階でのデバッグだけでなく，実行ログデータの解析などの目的にも利用できると考えられる．

2 Cosminexsus WorkCoordinator の概要

2.1 ワークフローシステム

ワークフローシステムとは業務の作業手順（ワークフロー）に基づき，各業務処理を行うプログラム群を統合した情報システムである（図 1）．ワークフローシステムでは，業務の処理本体（業務プログラム）と流れを分けて管理する．このことにより，業務の仕様に変更が発生したり，処理の流れが変わったりしても，それぞれ互いに影響を及ぼすことなく，必要なところを最小限修正するだけでよくなる．

WorkCoordinator では，業務の流れを記述した雛型を**ビジネスプロセス**と呼び，ビジネスプロセスの個々の実例（インスタンス）を**案件**と呼ぶ．また，システム全体を**ワーク管理システム**と呼ぶ．

2.2 WorkCorrdinator によるワークフローシステムの構成

ワーク管理システムの基本的な構成モデルを図 2 に示す．

1. **WorkCorrdinator**： つぎの 3 つのプログラムプロダクトから構成される．
   (a) **WorkCoordinator Server**：ワークフロー管理のエンジン部分を担うプログラムプロダクトである．ユーザーが定義したビジネスプロセスや振り分けルールの定義に従って，案件の動きを制御する．
   (b) **WorkCoordinator Definer**：ビジネスプロセスを定義するためのプログラムプロダクトである．同時に，案件の運用状況を監視したり，案件を操作したりするための機能も持っている．

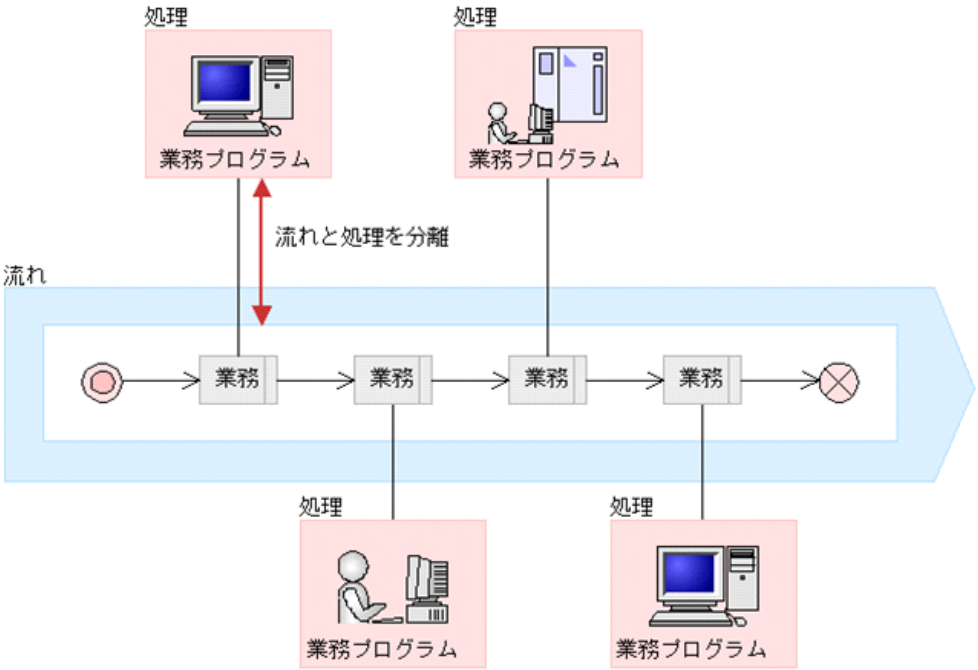

図 1: ワークフローシステム

(c) **WorkCoordinator Library**：業務プログラムの開発に必要な API を提供するプログラムプロダクトである．API は，CORBA の仕様に基づいた IDL(Interface Definition Language) のオペレーション，及び C++のクラスで提供されている．

2. **ORB (Object Request Broker)**: CORBA による分散オブジェクト環境の前提となるプログラムを指し， TPBroker[7] を使用する．分散オブジェクト環境を使用するクライアントマシン，及びサーバマシンの双方にインストールが必要である．ORB は，分散オブジェクト環境でのクライアントとサーバの間を仲介して，クライアントからサーバへの要求を受け付けたり，クライアントへ結果を戻したりする役割を持つ．

3. **DBMS (Database Management System)**: データベースを実装するためのプログラムを指す．ORACLE または HiRDB を使用し，以下の 3 つのデータベースからなる．

   (a) **ワーク管理データベース**：ビジネスプロセス定義，振り分けルール定義，ワーク管理システムの設定に関する情報など，ワーク管理を進めるためのデータが格納されているデータベースである．このデータベースは，WorkCoordinator Server を介してデータの登録や更新がなされる．

   (b) **業務データベース**：業務上の各種データが登録されているデータベース．このデータベースは，案件を進める上で，業務ステップや作業に設定されたデータ条件などによって参照される．

(c) **作業者データベース**：案件の作業者が登録されているデータベース．このデータベースは，案件の作業者を決定する際に振り分けルール定義によって参照される．

4. **業務プログラム**：業務の処理のために，ユーザが作成するプログラムのことである．

5. **DABroker 及び DABroker for C++**：これらは，データベースへのアクセスに使用されるプログラムである．WorkCoordinator Server と同じマシンにインストールする．

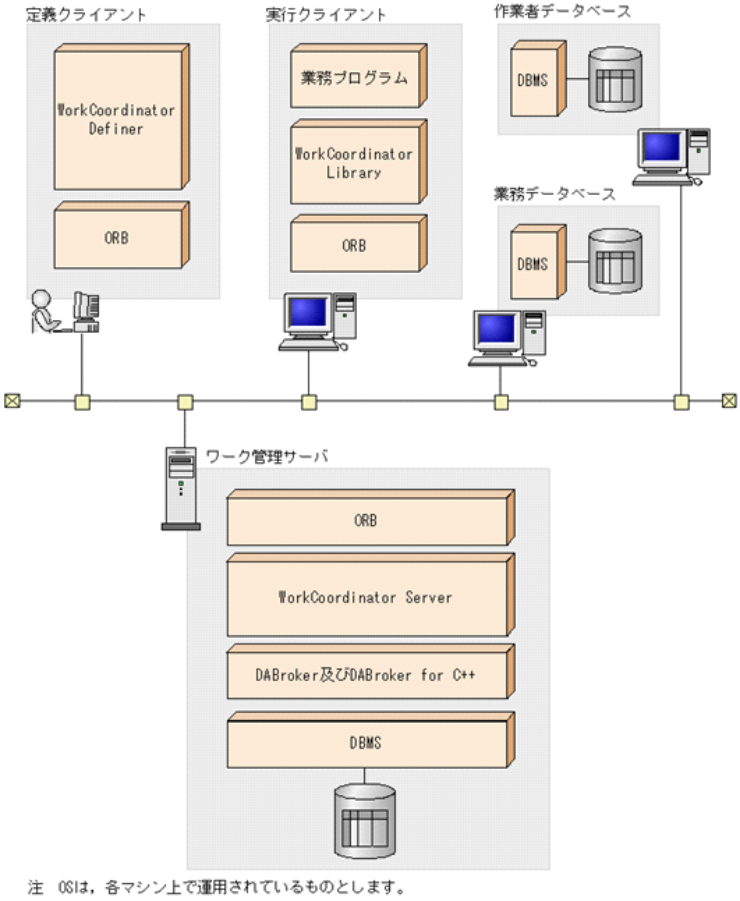

図 2: ワーク管理システムの基本構成

2.3 ビジネスプロセス定義

WorkCordinator におけるビジネスプロセスの概念を図 3 に示す．業務の流れは，**ソース**から始まり**シンク**に至るダイアグラムにより記述される．ダイアグラムはノードとして**業務ステップ**および**制御ノード**を持ち，それらが矢印（**アロー**）により結ばれている．

- **業務ステップ**：業務の途中段階の状態を示す要素である．通常，一つの業務ステップに対して一つ以上の作業が含まれる．業務ステップは，内部に定義された作業がすべて完了することで，自動的に完了状態になる．各業務ステップの実行順序はアローによって決められる．すなわち，ある業務ステップ完了すれば，そこから出ているアローの行先の業務ステップが開始可能になる．

- **作業**：人やコンピュータによって実行される具体的な処理である．作業は業務ステップ内の要素として定義される．１つの業務ステップ内では，各作業の実行順序は特に指定しない．業務ステップが実行されると，その業務ステップに含まれるすべての作業が同時に実行される．また，作業は，振り分けルール定義と作業アプリケーション情報を含む．振り分けルール定義を使って作業者を割り当てたり，作業アプリケーション情報を使って実行形式ファイルを自動起動させたり，分散オブジェクトを実行させたりできる．作業ごとに発生条件および完了条件を指定することもできる．

- **制御ノード**：案件の流れを制御するノードである．制御ノードには，分岐，分業，先着，待合の 4 種類がある．

  1. **分岐ノード**：次の業務ステップとしてあらかじめ定義された複数の業務ステップから，条件に従って一つの業務ステップを選択し，開始する．
  2. **分業ノード**：次の業務ステップとしてあらかじめ定義された複数の業務ステップをすべて開始する．
  3. **先着ノード**：直前の業務ステップとしてあらかじめ定義された複数の業務ステップのうち，どれか一つが完了した時点で次の業務ステップを開始する．
  4. **待合ノード**：直前の業務ステップとしてあらかじめ定義された複数の業務ステップのうち，すべてが完了した時点で次の業務ステップを開始する．

- **振り分けルール定義**：ワーク管理システムでは，ビジネスプロセス定義時に，各作業の作業者を直接指定せず，作業者を決定するためのルールだけを指定しておき，作業の実行時にこのルールの内容を適用することで作業者を決定する．このルールを振り分けルールという．呼び出された振り分けルール定義の内容に基づいて，作業者の情報が格納されている作業者データベースなどが検索され，実際 の作業者が決定される．振り分けルール定義は，RDB を検索する SQL 文を直接記述したり，検索処理を実装した分散オブジェクトを呼び出したりすることで定義する．

2.4 Business Logic Container (BLC)

業務アプリケーションでは，図 5 に示すような帳票が担当者に送られ，必要事項を入力・承認した後につぎの担当者に送られるという形をとるものが多い．BLC とは，web 帳票ベースの業務アプリケーションを容易に作成することを目的とした支援プログラムである．

以下の機能がある．

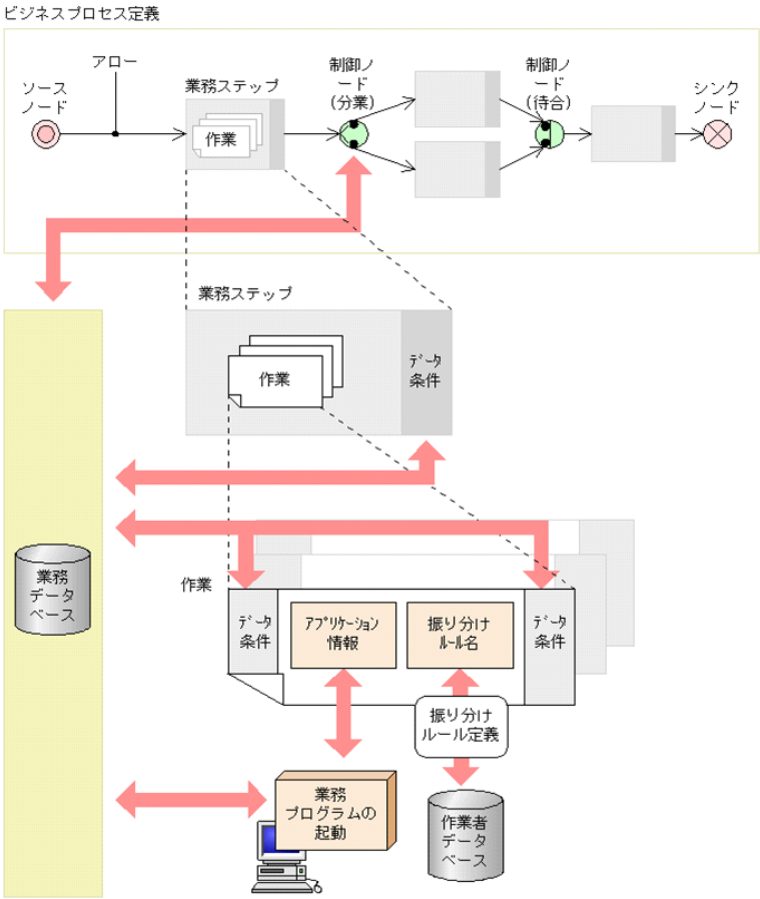

図 3: ビジネスプロセスの概念

- １つの帳票は (i) タイトル，(ii) 承認履歴，(iii) 複数の帳票モジュール，および，(iv) 宛先選択ドロップダウンリストからなる．
- 帳票モジュールを構成するテキスト領域やボタンなどは，帳票モジュール項目といい，ビジネスプロセスのノードごとに表示／非表示および入力／参照を切り替えられる．
- ノードごとに宛先（次ノードの作業者）を選択させるかどうかを，帳票作成時に設定できる．宛先を選択させる設定にした場合，宛先を選択するためのドロップダウンリストが帳票の下部に表示される．リストはユーザプログラムの追加によりカスタマイズ可能である．
- 帳票に表示される各データはRDB参照により得られる．また入力されたデータはRDBに格納される．

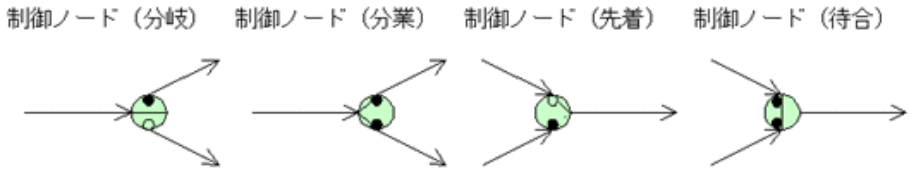

図 4: 制御ノードの種類

3　例題：販売業務プロセス

WorkCordinator および Business Logic Container を用いて販売業務のためのワークフローシステムを試作した．以下にその概要を示す．

3.1　プロセスの概要

図 6 および図 7 に WorkCordinator Difiner で作成した販売業務プロセスを示す．WorkCordinator Definer では階層的なビジネスプロセスの記述が可能であり，図 6 の見積〜入金プロセスの内容が図 7 のプロセスである．

見積〜入金プロセスは大きく分けて以下の 5 つの業務セクションから構成される．

1. **見積中セクション**
   - **@source**：客先にて注文を取る．その注文内容により一般見積か特別見積，または見積なしの処理であるかを選択する．
   - **分岐 (source 後)**：見積区分によりどちらかのプロセスへの遷移が決定する．
   - **見積中**：一般見積，特別見積に対してそれぞれの見積もり処理を行う．
   - **上位役職承認**：見積内容に対して上司がチェックを入れ，許可，不許可の選択を行う．
   - **分岐 (見積認証後)**：上司が許可した場合は次の客先見積確認プロセスへ移行する．不許可の場合は再び見積中プロセスに戻る．
   - **客先見積確認**：客先にて見積を提示する．
   - **分岐見積後**：客先にて提示した見積の承認があれば，先着（受注前）に移行する．承認がなければ再び見積処理を行う．
2. **受注処理待ちセクション**
   - **先着 (受注前)**：受注した内容を受けて次のプロセスへ移行する．
   - **受注処理待ち**：受注した注文に対しての処理を行い，受注した注文品が倉庫に有るかどうかの確認を取り，在庫が無ければキャンセルになる．在庫があれば登録作業を行う．

図 5: BLC 帳票

- **上位役職承認 (受注後)**：登録内容について上司が確認をとり許可，不許可の選択を行う．
- **分岐 (受注後)**：登録内容に対して上司が許可した場合は分業納品前ノードへ遷移する．不許可ならば先着（受注前）に戻り，再び受注処理が行われる．在庫がない場合の時は終了 (sink ノード) へ遷移する．
- **分業・納入前ノード**：請求待ち，納入前ノードに同時に自動遷移する前のノードである．

3. **請求待ちセクション**

- **実行ユーザー選択 (請求待ち)**：請求待ちプロセスの作業者の選択を行う．
- **請求待ち**：商談内容の売り掛け計上の処理を行い，また商品に対する代金請求の準備作業を行う．

4. **納品待ちセクション**

- **実行ユーザー選択 (納品待ち)**：納品待ちプロセスの作業者の選択を行う．
- **納品待ち**：納入待ちは納入日の設定を行い，また納品完了に関する処理も行う．

5. **入金待ちセクション**

- **待合 (入金前)**：請求待ち，納品待ちの処理の待ち受けを行い，両方の処理が終了後，自動遷移する．
- **入金待ち**：入金待ちセクションは請求書の発行を行い，顧客に送付しする．
- **先着 (sink 前)**：他のプロセスからの待ち受けを行い，次のプロセスへ自動遷移する．

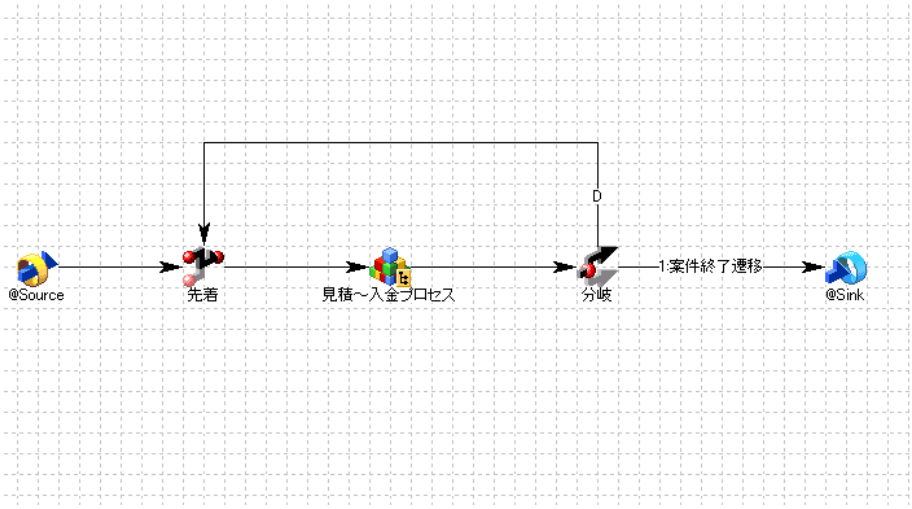

図 6: 販売業務プロセス

3.2 帳票

帳票は BLC により作成した．図 8 は帳票の画面である．

3.3 ビジネスプロセスの論理仕様

WorkCordinator でワークフローシステムを開発する際に必要なビジネスプロセスの定義情報は，WorkCordinator Definer や BLC script generator などの開発ツール上で与えることになるが，ここでは，それらの定義情報の中でワークフローシステムのふるまいを決定する情報を一覧表の形でまとめたもの示す．本稿ではこれをビジネスプロセスの論理仕様とよぶ．論理的仕様は**フロー定義**と**帳票データ**からなる．なお，例題のビジネスプロセスの論理仕様全体は付録 B に示した．

3.3.1 フロー定義

フロー定義は，WorkCordinator Definer 上で定義するフロー図に関する仕様を記述したものである．各ノードに対し与える情報は以下の通りである．

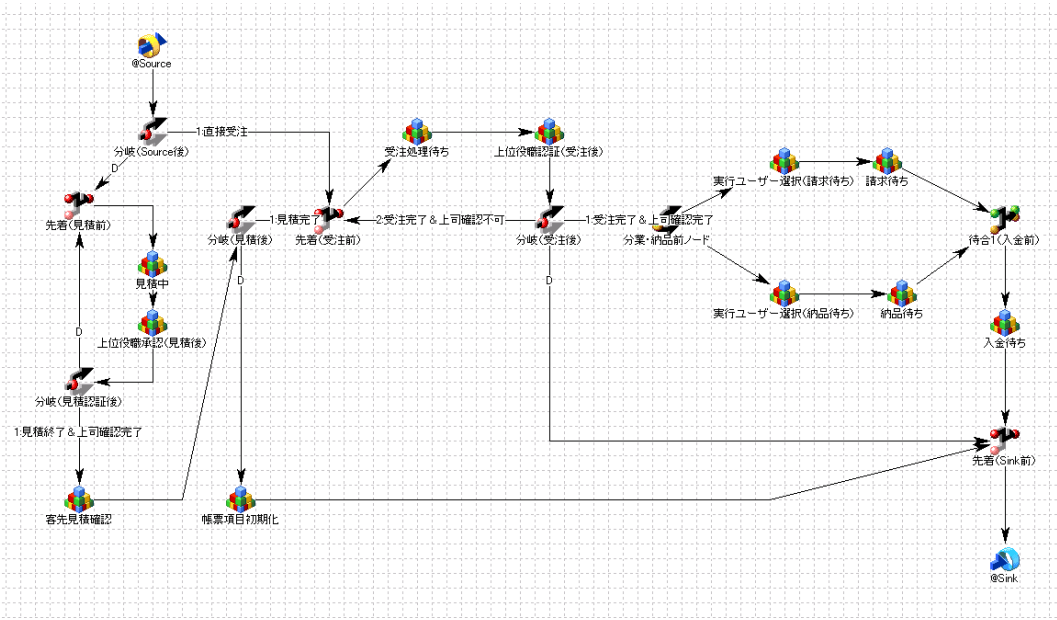

図 7: 見積〜入金サブプロセス

- **ソース**：遷移先．ただし，最上位のソースノードについては，新規申請のための帳票データ.
- **業務ステップ**：遷移先.
- **作業**：発生条件，対応する帳票データ.
- **制御ノード**：種類（分岐，分業，先着，待合），分岐条件（分岐ノードの場合），遷移先.
- **シンク**：無し.

表 1, 2 はそれぞれ業務ステップ，および，分岐ノードの記述例である．業務ステップ「見積中」の遷移先は業務ステップ「上位役職承認（見積後)」であり，また，２つの作業「一般見積もり」,「特別見積」を持つ．各作業に対しては，発生条件および対応する帳票データが定義される．

分岐ノード「分岐（見積承認後)」はエンティティ:見積明細，テーブル名:MITSUMORIMEISAI のデータを参照し，もし JYOUSHIKAKUNIN_FLAG が設定されていれば，業務ステップ「客先見積確認」に遷移する．そうでなければ，デフォルトの遷移先である，制御ノード「先着（見積前)」に遷移する．

3.3.2 帳票データ

帳票データでは各作業において表示される帳票の内容を定義する．以下の３項目からなる．

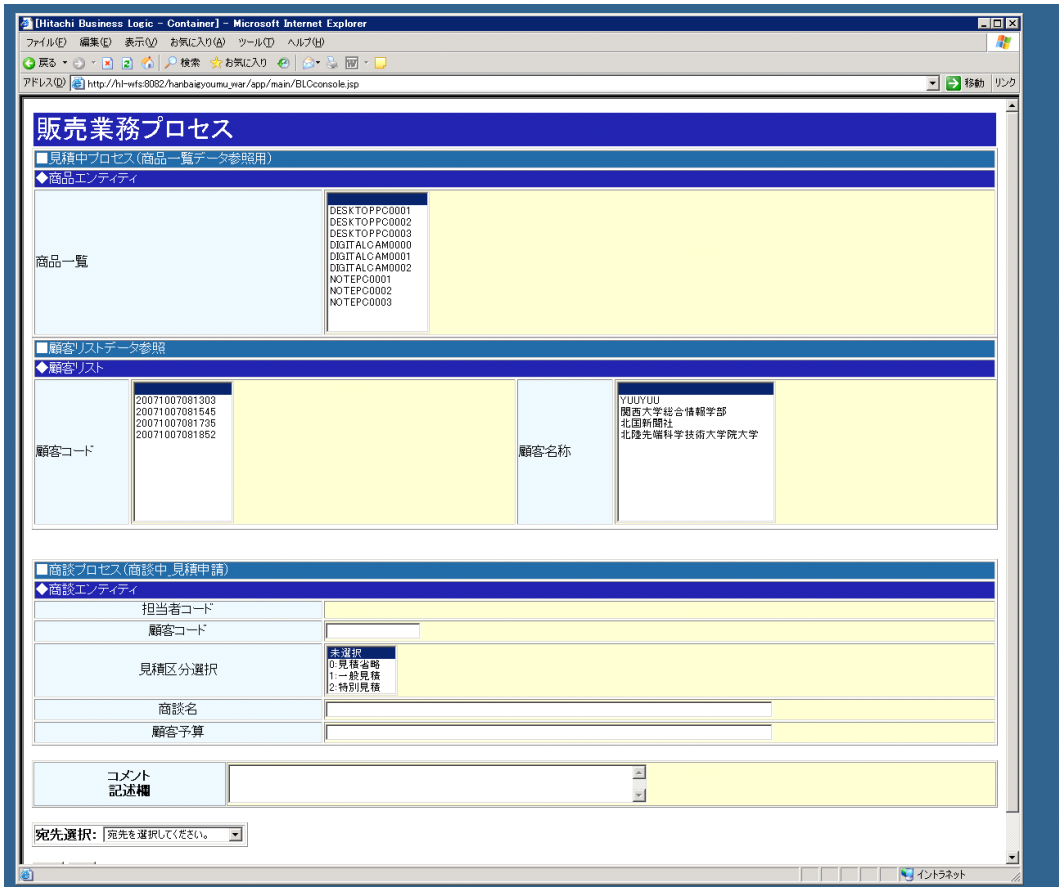

図 8: 帳票の画面

- **アクセス可能条件**：帳票へのアクセス権限（部門・役職）.
- **必要 DB 項目**：帳票上の入出力項目の指定.
- **宛先人物検索条件**：宛先選択リストに表示される人物の条件（部門・役職）.

図 3 に帳票データの一例を示す.

4　カラードペトリネットによるモデル化

4.1　カラードペトリネット

ペトリネット (Petri Nets) は並行動作を含む離散事象システムを数学的，視覚的に表現する手法である．数学的にはトランジション，プレースとよばれる 2 種類のノードからなる有向 2 部グラフである．また，各プレースにはトークンという資源が割り当てられ，トランジションが発火することにより，各プレースのトークン数が変化する．これにより離散状態の遷移を表現する．カラードペトリネット (CPN: Coloured Petri Nets) ではトークンに対し

表 1: 見積中. 業務ステップ

見積中

遷移先
上位役職承認（見積後）. 業務ステップ

必要 DB 項目
エンティティ:商談
テーブル名：MITSUMORIKUBUN

一般見積

発生条件	帳票データ
MITSUMORIKUBUN = ‘1’	見積中：一般見積作成

特別見積

発生条件	帳票データ
MITSUMORIKUBUN = ‘2’	見積中：特別見積作成

表 2: 分岐 (source 後). 制御ノード

分岐（見積承認後）
必要 DB 項目
エンティティ:見積明細
テーブル名：MITSUMORIMEISAI

分岐条件	遷移先	備考
JYOUSHIKAKUNIN_FLAG = ‘ON’	客先見積確認. 業務ステップ	見積完了
デフォルト	先着（見積前）. 制御ノード	再見積

て抽象データ型（カラー）を定義し，高級プログラミング言語と同じような記述を可能にした形式化手法である．本研究では，更に階層化定義を可能にした階層カラードペトリネット (Hierarchy Colored Petri Nets) を扱うことが出来る CPN TOOLS を用いることによってビジネスプロセスのモデル化を行う．

4.2 モデル化の方針

3.3 で示したビジネスプロセスの論理的仕様に基づき，モデルを作成する．現時点では対応していないが，CPN モデルは，各処理に対応する CPN のテンプレートを用意しておけば，ビジネスプロセスの論理的仕様から自動的に合成可能である．

CPN モデルはつぎのような構造をもつ（図 9）．

- **フロー定義**：WorkCordinator Definer のフロー図に対応する．業務ステップおよび制御ノードはトランジションとして表現される．業務ステップは階層トランジションである．
- **作業発生条件**：業務ステップの下の階層にあり，各作業の発生条件および作業を表す階層トランジションから成る．
- **セッション**：ログイン，帳票へのデータ入力，帳票の宛先選択，ログアウト流れを記述する．

表 3: 見積中（一般見積作成）

見積中（一般見積作成）

アクセス可能条件

部門	役職	備考
営業部	平社員	

必要 DB 項目

エンティティ:見積

テーブル名：MITSUMORI

属性名	カラム名	キー	データ型	入出力属性	備考
商談番号	SYOUDANBANGOU	主キー	文字列	出力	案件キー
見積完了フラグ	MITSMORIKANRYOUFLAG		文字列	出力	見積完了: ‘ON’
見積納期	MITSUMORINOUKI		文字列	出力	
見積名称	MITSUMORIMEISYOU		文字列	出力	
見積確度	MITSMORIKAKUDO		文字列	出力	

必要 DB 項目

エンティティ:見積明細

テーブル名：MITSUMORIMEISAI

属性名	カラム名	キー	データ型	入出力属性	備考
見積明細番号	MITSMORIMEISAIBANGOU	主キー	文字列	出力	案件キー
商談番号	SYOUDANBANGOU		文字列	出力	
商品コード	SYOUHINCODE		文字列	出力	
見積数量	MITSUMORISUURYOU		文字列	出力	
見積金額	MITSMORIKINGAKU		文字列	出力	

宛先人物検索条件

部門	役職	備考
営業部	課長	

- **帳票作業**：帳票へのデータ入力および帳票の宛先選択を記述する．
- **データベース**：RDB のデータを格納するプレース群．データベースの内容を参照することにより各条件が判定される．

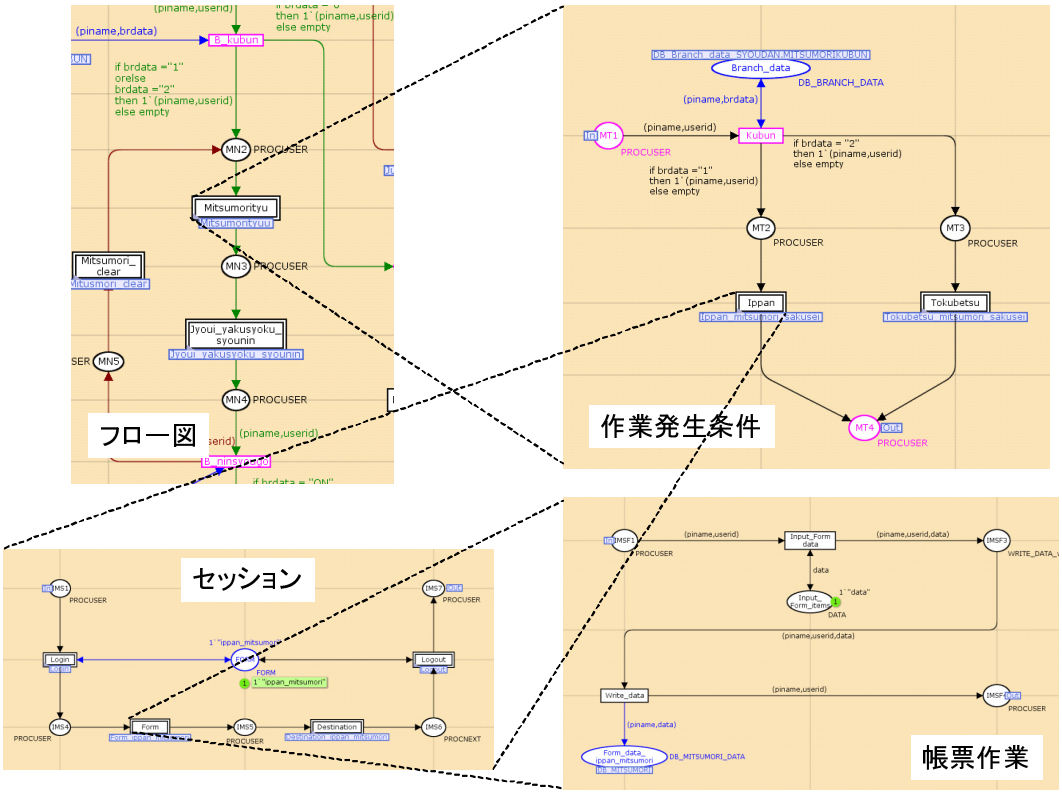

図 9: CPN モデルの構成

4.3 モデル化の詳細

4.3.1 フロー定義

図 10 にフロー定義の全体を示す．WorkCordinator Definer のフロー図にほぼ 1 対 1 で対応する．制御ノードでの分岐条件のチェックのためデータベースを参照している．業務ステップは階層トランジション，制御ノードは非階層トランジションにより表現されている．分岐，分業，先着，待合の各制御ノードは CPN では図 4.3.1 のように表現される．分岐ノードは，条件文付き出力アークを持つ 1 入力多出力のトランジション，分業ノードは 1 入力多出力のトランジション，先着ノードは多入力 1 出力のプレース， 待合ノードは多入力 1 出力のプレースである．

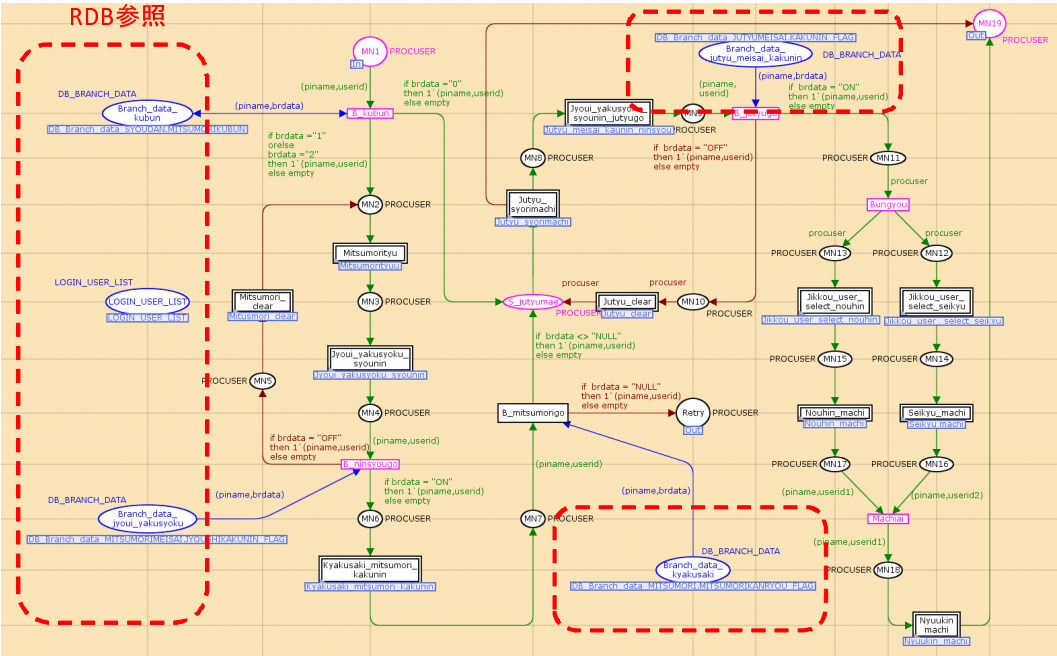

図 10: フロー定義

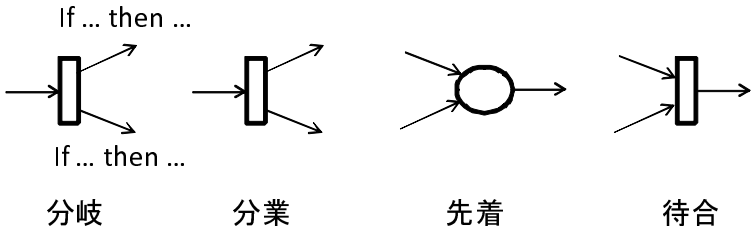

図 11: CPN における制御ノードの表現

4.3.2　作業発生条件

業務ステップの１つ下の階層である．データベースの値を参照し，各作業の発生条件をチェックする．図 4.3.2 は業務ステップ「見積中」の作業発生条件である．見積区分（MITSUMORIKUBUN）の値を参照し，1 ならば作業「一般見積」を，2 ならば作業「特別見積」を開始する．

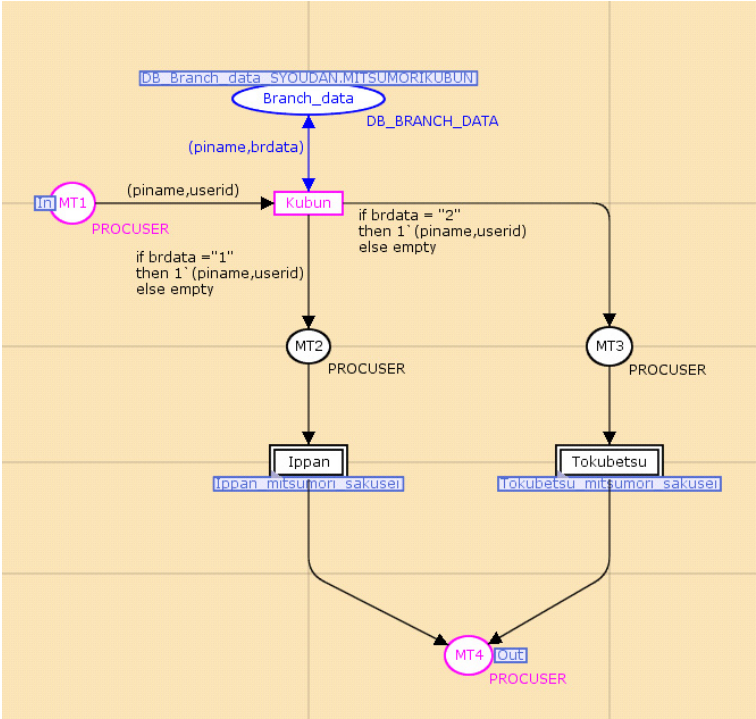

図 12: 作業発生条件

4.3.3　セッション

作業の１つ下の階層である．ユーザーのログイン，帳票へのデータ入力，帳票の宛先選択，ログアウトの流れを記述する（図 13）．ログイン時には，ユーザ名による認証などの処理を行う．

4.3.4　帳票作業

帳票へのデータ入力および帳票の宛先選択を行う．入力データはあらかじめ用意しておく（図 14，15）．入力されたデータはデータベースに書き込まれる．宛先選択では，役職や部門属性の指定による担当者の動的な選択もモデル化される．

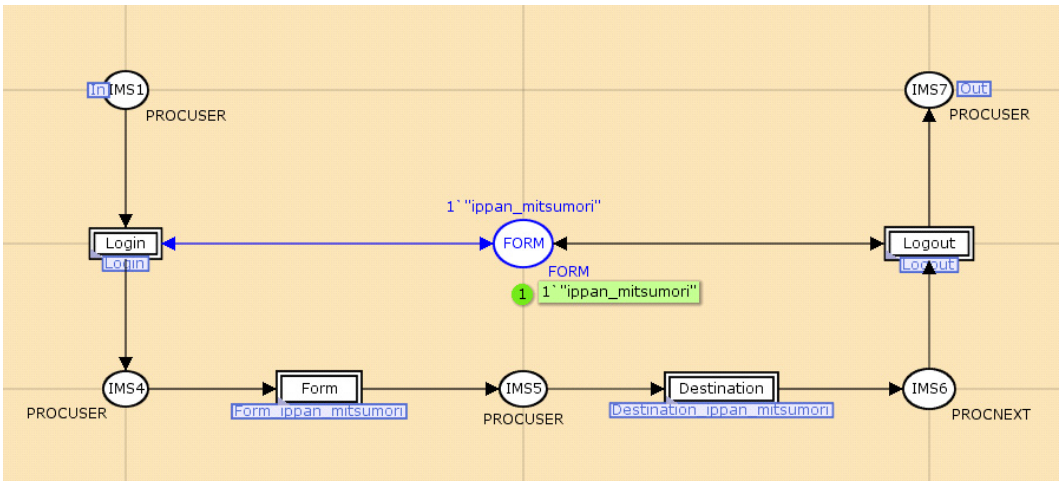

図 13: セッション

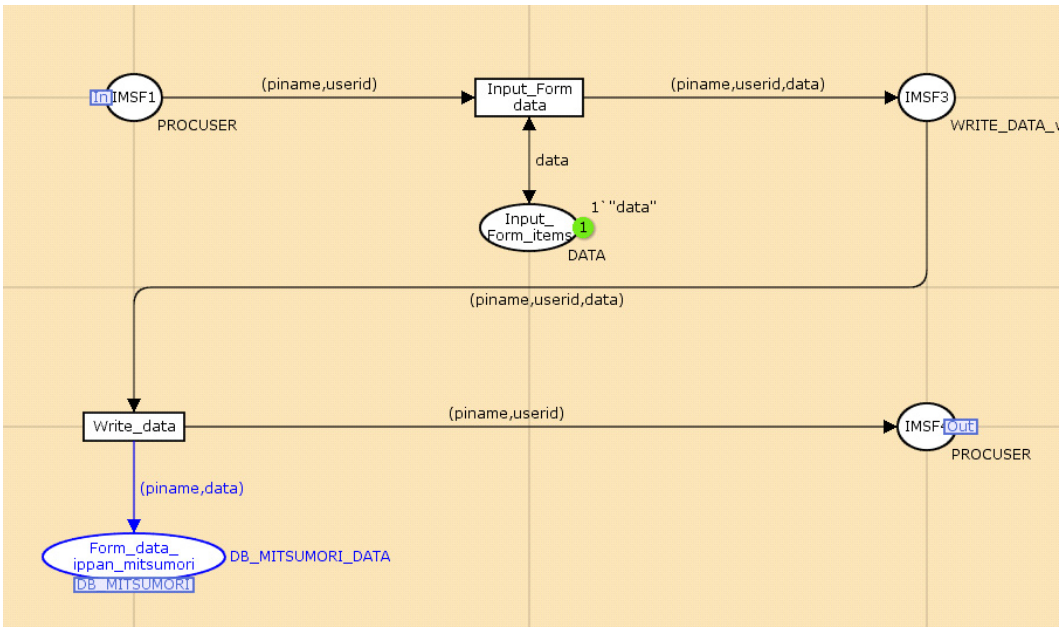

図 14: 帳票入力

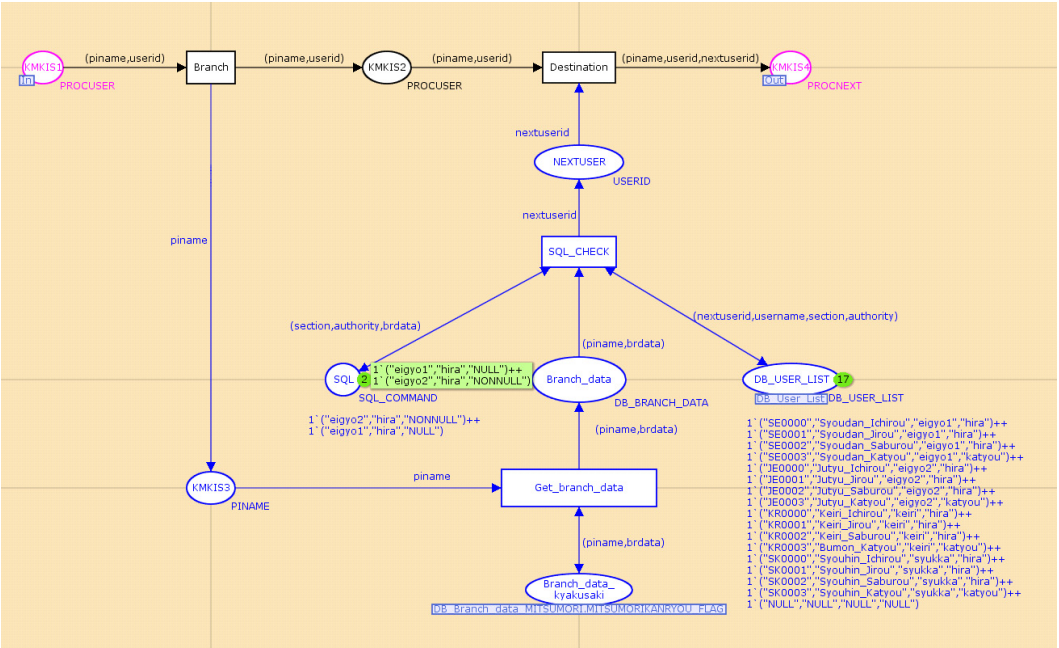

図 15: 帳票宛先選択

4.3.5 データベース

RDB の各テーブルは 1 つのプレースとして定義される．データ型のチェックも行われる（図 16）．

5 モデルの検証

5.1 CPN TOOLS の機能

CPN TOOLS で可能な検証方法として，状態空間生成による到達可能性解析がある．モデルのふるまいは入力データの値や帳票宛先選択における非決定性により 1 つには定まらない．これは実際のワークフローシステムでも同様である．CPN TOOLS では，実際に起こり得る可能性を網羅的に探索し，到達可能な全状態を生成する機能がある．検索文を入力することにより，与えられた条件を満たす到達可能状態を列挙させることができる．この機能により，望ましくない状態に到達するかどうかを判定する安全性の検証ができる．

CPN TOOLS には，より一般的な検証方法としてモデル検査 (model checking)[8] のためのツールが用意されている．これは時相論理式により記述されたふるまいに関する性質をモデルが見たしているかどうかを計算により判定する機能である．

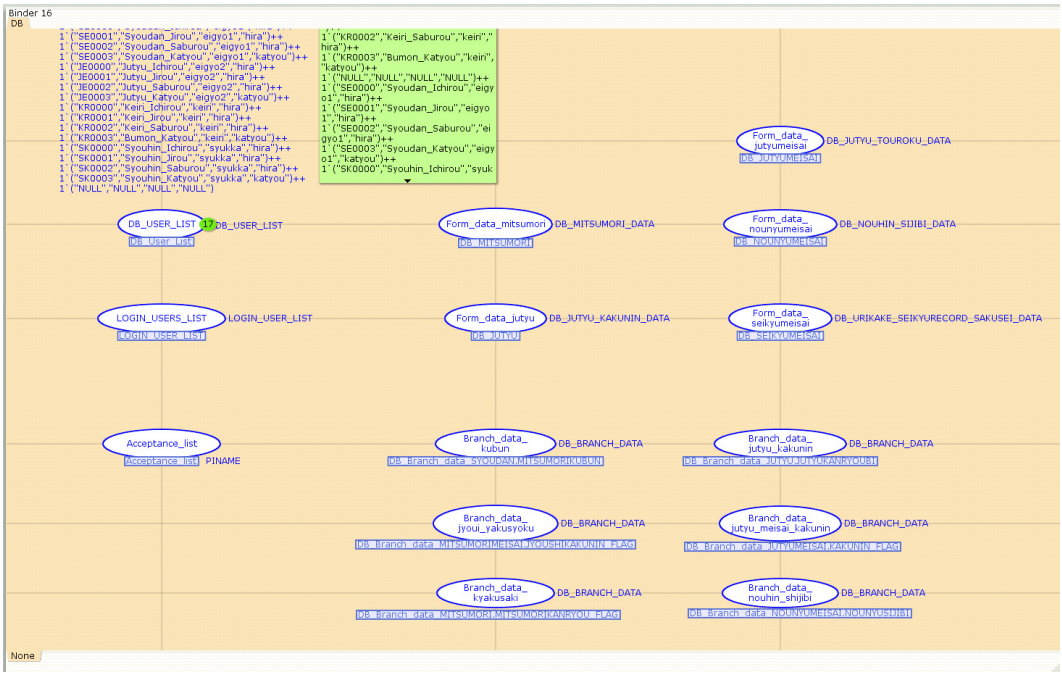

図 16: データベース

5.2 状態空間生成と標準レポート出力

1つのプロセスインスタンスに対し，状態空間生成を行った．状態数は 8,201 ，遷移枝数 17,846 であり，計算に 19 秒かかった (Core2 Duo 2.0GHz, 2GB メモリ, Windows XP)．状態空間生成ツールでは，計算された状態空間生成に対して，以下の内容の標準レポートを出力することができる．

- 各プレースに入るトークン数の上限，下限
- 各プレースに入るトークン多重集合の上限
- ホームプロパティ（到達可能な任意の状態から初期状態に戻れるか）
- ライブネスに関し，デッドな状態，デッドなトランジション（一度も発火できないトランジション），ライブなトランジション（到達可能な任意の状態から発火可能なトランジション）．
- トランジションの発火に関する公平性．

付録 C にレポートの抜粋を示すが，結果として，デッドなトランジションは存在しなかった．

5.3 検証例

モデル検査ツールにより，つぎの性質が満たされているかどうかを検証した．

- **異常停止**：@sink ノードに到達しないで終了する．これは，ビジネスプロセスが完了せずに停止してしまうことを意味する．

状態空間を探索する関数 PredAllNodes() が用意されており，条件を満たす状態リストを結果として返す．これを用いることで，異常停止に対応する状態を探索する関数を以下のように定義することができる．

```
fun IllegalEnd () : Node list
= PredAllNodes(fn n =>
     let
             val TokenInSink = Mark.Top'sink 1 n
     in
             (Terminal n)
             andalso
             (TokenInSink == empty)
     end)
```

定義した関数 IllegalEnd() は，状態遷移グラフ上で終端ノードであり，かつ，シンクプレースにトークンが存在しない状態を探索する関数である．

この例題では，ユーザーの入力値によっては異常停止が起こる状況を意図的に挿入し，それが発見できるかどうかを確認した．検証結果を図 17 に示す．状態空間描画ツールにより，デッド状態 8175 に至るトランジションは Nyuukinmachi'Branch であることがわかる．モデルを見るとトランジション Nyuukinmachi ページのトランジション Branch では，ユーザー入力値が “ON” 以外の場合は処理がそこで停止してしまうことが発見できた．

つぎの検証例はシンクプレースに到達しない無限長のパスが存在するかを調べるものであり，キャンセルを売り返し続ける動作が可能なので，結果は true となる．ALONG は CTL 論理式で EG に対応する計算を行う．また， MODAL(TT) は後継状態 (next state) が存在するときに true となる．結果として，全状態でシンクプレースが空で，かつ，後継状態が存在するパス（必然的にサイクルを形成する無限長のパス）が状態遷移図上に存在するときに true を返す．検証結果を図 18 に示す．

```
fun Working n = (Mark.Top'Sink 1 n == empty);

val myASKCTLformula =
   ALONG(
      AND(NF("FALSE", Working), MODAL(TT))
);

eval_node myASKCTLformula InitNode ;
```

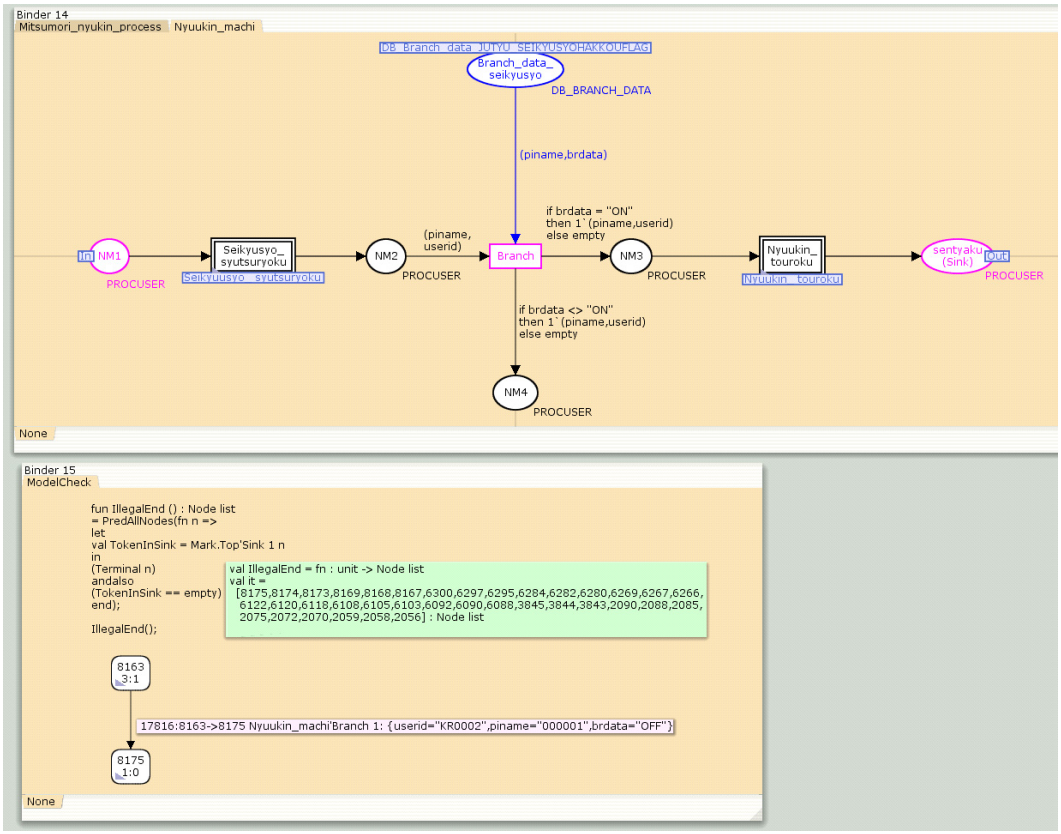

図 17: 検証結果 1

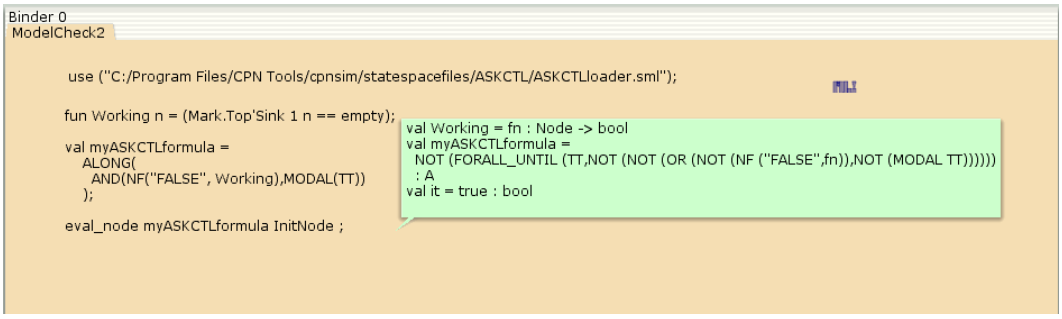

図 18: 検証結果 2

6 おわりに

本研究では，形式的モデル化手法の有用性を確認するために，web ベースのワークフローシステム作成とその Coloured petri Nets によるモデル化作業を同時進行的に行った．作成したモデルはワークフローシステム作成のための定義情報を基に構築した．モデル上での全状態の網羅的検査により，定義情報ののバグの発見に用いることができる．さらに，将来的には，実際のシステムの実行ログデータをモデル上で実行させることにより，ワークフローシステムの障害の原因究明に役立てることもできる．

参考文献

[1] R. Eshuis and R. Wieringa, "Verification Support for Workflow Design with UML Activity Graphs," Proc. ICSE02, pp.166-176, 2002.

[2] W. M. P. van der Aalst, "Verification of Workflow Nets," Proc. ATPN 1997, LNCS 1248, pp.407-426, 1997.

[3] S. Lu, A. Bernstein, and P. Lewis, Automatic Workflow Verification and Generation, Theoretical Computer Science Volume 353, Issues 1-3, 14 March 2006, pp.71-92 (2006).

[4] http://www.hitachi.co.jp/Prod/comp/soft1/cosminexus/

[5] http://sdc.sun.co.jp/java/javaee/index.html

[6] http://www.daimi.au.dk/CPnets/

[7] http://www.hitachi.co.jp/Prod/comp/soft1/tpbroker/index.html

[8] E. Clarke, Jr., O. Grumberg, and D. A. Peled, Model Checking, The MIT Press (1999).

A　図の出典

- 図 1, 2, 3, 4: 使ってみよう　WorkCoordinator Version 3 解説・手引・操作書　共通マニュアル 3000-3-447-30.
- 図 5: Hitachi Business Logic - Container 解説・手引・操作書 3020-3-D83-40.

B　販売業務プロセスの論理仕様

TOP

ソース

@source

遷移先
先着.分岐ノード

（新規申請）

帳票データ
@source

シンク

@sink

遷移先
プロセス終了

業務ステップ　　作業

見積～入金プロセス

遷移先
@source(見積～入金プロセス内)

制御ノード

先着

分岐条件	遷移先	備考
–	見積～入金プロセス.業務ステップ	

分岐

分岐条件	遷移先	備考
JUTYUKANRYOUBI = 'NULL' or SEIKYUSYOHAKKOUFLAG = 'ON'	@sink.シンク	プロセス完了（キャンセルを含む）
デフォルト	先着.制御ノード	再実行

見積～入金プロセス

ソース

@source(見積～入金プロセス内)

遷移先
分岐（Source後）.制御ノード

シンク

@sink(見積～入金プロセス内)

遷移先
見積～入金プロセス終了

業務ステップ　　作業

見積中

遷移先
上位役職承認（見積後）.業務ステップ

必要DB項目

エンティティ:商談

テーブル名：SYOUDAN

一般見積

発生条件	帳票データ
MITSUMORIKUBUN = '1'	見積中：一般見積作成

特別見積

発生条件	帳票データ
MITSUMORIKUBUN = '2'	見積中：特別見積作成

上位役職承認（見積後）

遷移先
分岐（見積認証後）.制御ノード

必要DB項目
エンティティ:商談
テーブル名 : SYOUDAN
一般見積

発生条件	帳票データ
MITSUMORIKUBUN = '1'	上位役職帳票確認（一般見積）

特別見積

発生条件	帳票データ
MITSUMORIKUBUN = '2'	上位役職帳票確認（特別見積）

客先見積確認

遷移先
分岐(見積後).制御ノード

必要DB項目
エンティティ:商談
テーブル名 : SYOUDAN
一般見積

発生条件	帳票データ
MITSUMORIKUBUN = '1'	客先見積確認（一般）

特別見積

発生条件	帳票データ
MITSUMORIKUBUN = '2'	客先見積確認（特別）

受注処理待ち

遷移先
上位役職承認（受注後）.業務ステップ

必要DB項目
エンティティ:受注
テーブル名 : JUTYU
受注確認

発生条件	帳票データ
–	受注確認.受注処理待ち

受注登録

発生条件	帳票データ
JUTYUKANRYOUBI != 'NULL'	受注処理待ち

上位役職認証（受注後）

遷移先
分岐（受注後）.制御ノード

必要DB項目
エンティティ:受注
テーブル名 : JUTYU
受注明細確認認証

発生条件	帳票データ
JUTYUKANRYOUBI != 'NULL'	受注明細確認認証

実行ユーザー選択（請求待ち）

遷移先
請求待ち.業務ステップ

必要DB項目
エンティティ:
テーブル名 :
実行ユーザー選択（請求待ち）

発生条件	帳票データ
–	実行ユーザー選択（請求待ち）

実行ユーザー選択（納品待ち）

遷移先
納品待ち.業務ステップ

必要DB項目
エンティティ:
テーブル名 :
実行ユーザー選択（納品待ち）

発生条件	帳票データ
–	実行ユーザー選択（納品待ち）

請求待ち

遷移先
待合1（入金前）.制御ノード

必要DB項目
エンティティ:
テーブル名 :
売掛・請求レコード作製

発生条件	帳票データ
–	売掛・請求レコード作成

納品待ち

遷移先
待合（入金前）.制御ノード

必要DB項目
エンティティ:納入明細
テーブル名 : NOUNYUMEISAI
納入子作業

発生条件	帳票データ
NOUHINSIJIBI != NULL and NOUNYUUBI = NULL	納品子作業

納入指示日

発生条件	帳票データ
–	納入指示日

入金待ち

遷移先
先着(Sink前).制御ノード

必要DB項目
エンティティ:受注
テーブル名 : JUTYU
請求書出力

発生条件	帳票データ
–	請求書出力

入金登録

発生条件	帳票データ
SEIKYUSYOHAKKOUFLAG = 'ON'	入金登録

制御ノード

分岐（@source後）
必要DB項目
エンティティ:商談
テーブル名 : SYOUDAN

分岐条件	遷移先	備考
MITSUMORIKUBUN = '0'	先着（受注前）.制御ノード	見積省略
デフォルト	先着（見積前）.制御ノード	見積

先着(見積前)

分岐条件	遷移先	備考
–	見積中.業務ステップ	

分岐(見積認証後)
必要DB項目
エンティティ:見積明細
テーブル名 : MITSUMORIMEISAI

分岐条件	遷移先	備考
JYOUSHIKAKUNIN_FLAG = 'ON'	客先見積確認.業務ステップ	見積OK
デフォルト	先着(見積前).制御ノード	再見積

分岐(見積後)
必要DB項目
エンティティ:見積
テーブル名 : MITSUMORI

分岐条件	遷移先	備考
MITSUMORIKANRYOUBI != 'NULL'	先着(受注前).制御ノード	見積完了
デフォルト	先着(Sink前).制御ノード	サブプロセス終了

先着(受注前)

分岐条件	遷移先	備考
–	受注処理待ち.業務ステップ	

分岐(受注後)
必要DB項目
エンティティ:受注明細
テーブル名 : JUTYUMEISAI

分岐条件	遷移先	備考
JYOUSHIKAKUNIN_FLAG = 'ON'	分業・納品前ノード.制御ノード	受注確認OK
JYOUSHIKAKUNIN_FLAG = 'OFF'	先着(受注前).制御ノード	再受注
デフォルト	先着(Sink前).制御ノード	サブプロセス終了

分業(分業・納品前ノード)

分岐条件	遷移先	備考
–	実行ユーザー選択(請求待ち).業務ステップ	分業ノード
–	実行ユーザー選択(納品待ち).業務ステップ	分業ノード

待合(入金前)

分岐条件	遷移先	備考
–	入金待ち.業務ステップ	待合ノード

先着(Sink前)

分岐条件	遷移先	備考
–	@sink(見積～入金プロセス).シンク	

見積開始:@source

アクセス可能条件

部門	役職	備考
営業部1	平社員	

必要DB項目

エンティティ:商談

テーブル名:SYOUDAN

属性名	カラム名	キー	データ型	入出力属性	備考
商談番号	SYOUDANBANGOU	主キー	文字列	出力	案件キー
担当者コード	TANTOUSYACODE	外来キー	文字列	出力	
顧客コード	KOKYAKUCODE		文字列	出力	
見積区分	MITSUMORIKUBUN		文字列	出力	見積省略:'0', 一般見積:'1', 特別見積:'2'
商談名	SYOUDANMEI		文字列	出力	
顧客予算	KOKYAKUYOSAN		文字列	出力	

宛先人物検索条件

部門	役職	備考
営業部1	平社員	

見積中:一般見積作成

アクセス可能条件

部門	役職	備考
営業部1	平社員	

必要DB項目

エンティティ:見積

テーブル名:MITSUMORI

属性名	カラム名	キー	データ型	入出力属性	備考
商談番号	SYOUDANBANGOU	主キー	文字列	出力	案件キー
見積完了フラグ	MITSUMORIKANRYOUFLAG		文字列	出力	見積完了: 'ON'
見積納期	MITSUMORINOUKI		文字列	出力	
見積名称	MITSUMORIMEISYOU		文字列	出力	
見積確度	MITSUMORIKAKUDO		文字列	出力	

エンティティ:見積明細

テーブル名:MITSUMORIMEISAI

属性名	カラム名	キー	データ型	入出力属性	備考
見積明細番号	MITSUMORIMEISAIBANGOU	主キー	文字列	出力	案件キー
商談番号	SYOUDANBANGOU		文字列	出力	
商品コード	SYOUHINCODE		文字列	出力	
見積数量	MITSUMORISUURYOU		文字列	出力	
見積金額	MITSUMORIKINGAKU		文字列	出力	

宛先人物検索条件

部門	役職	備考
営業部1	課長	

見積中:特別見積作成

アクセス可能条件

部門	役職	備考
営業部1	平社員	

必要DB項目

エンティティ:見積

テーブル名:MITSUMORI

属性名	カラム名	キー	データ型	入出力属性	備考
商談番号	SYOUDANBANGOU	主キー	文字列	出力	案件キー
見積完了フラグ	MITSUMORIKANRYOUFLAG		文字列	出力	見積完了:'ON'
見積納期	MITSUMORINOUKI		文字列	出力	
見積名称	MITSUMORIMEISYOU		文字列	出力	
見積確度	MITSUMORIKAKUDO		文字列	出力	

エンティティ:見積明細

テーブル名:MITSUMORIMEISAI

属性名	カラム名	キー	データ型	入出力属性	備考
見積明細番号	MITSUMORIMEISAIBANGOU	主キー	文字列	出力	案件キー
商談番号	SYOUDANBANGOU		文字列	出力	
商品コード	SYOUHINCODE		文字列	出力	
見積数量	MITSUMORISUURYOU		文字列	出力	
見積金額	MITSUMORIKINGAKU		文字列	出力	

宛先人物検索条件

部門	役職	備考
営業部1	課長	

上位役職帳票確認（一般見積）

アクセス可能条件

部門	役職	備考
営業部1	課長	

必要DB項目

エンティティ:見積明細

テーブル名：MITSUMORIMEISAI

属性名	カラム名	キー	データ型	入出力属性	備考
上司確認フラグ	JYOUSHIKAKUNIN_FLAG		文字列	出力	再見積：'OFF', 見積OK：'ON'

宛先人物検索条件

部門	役職	備考
営業部1	平社員	

上位役職帳票確認（特別見積）

アクセス可能条件

部門	役職	備考
営業部1	課長	

必要DB項目

エンティティ:見積明細

テーブル名：MITSUMORIMEISAI

属性名	カラム名	キー	データ型	入出力属性	備考
上司確認フラグ	JYOUSHIKAKUNIN_FLAG		文字列	出力	再見積：'OFF', 見積OK：'ON'

宛先人物検索条件

部門	役職	備考
営業部1	平社員	

客先見積確認（一般）

アクセス可能条件

部門	役職	備考
営業部1	平社員	

必要DB項目

エンティティ:見積

テーブル名：MITSUMORI

属性名	カラム名	キー	データ型	入出力属性	備考
見積完了日	MITSUMORIKANRYOUBI		文字列	出力	
見積完了フラグ	MITSUMORIKANRYOUFLAG		文字列	出力	見積完了：'ON', 見積再考：'OFF'

宛先人物検索条件

部門	役職	備考
営業部1	平社員	見積再考
営業部2	平社員	見積完了

客先見積確認（特別）

アクセス可能条件

部門	役職	備考
営業部1	平社員	

必要DB項目

エンティティ:見積

テーブル名：MITSUMORI

属性名	カラム名	キー	データ型	入出力属性	備考
見積完了日	MITSUMORIKANRYOUBI		文字列	出力	
見積完了フラグ	MITSUMORIKANRYOUFLAG		文字列	出力	見積完了：'ON', 見積再考：'OFF'

宛先人物検索条件

部門	役職	備考
営業部1	平社員	見積再考
営業部2	平社員	見積完了

受注確認

アクセス可能条件

部門	役職	備考
営業部2	平社員	

必要DB項目

エンティティ:受注

テーブル名：JUTYU

属性名	カラム名	キー	データ型	入出力属性	備考
商談番号	SYOUDANBANGOU	主キー、外来キー	文字列	出力	案件キー
受注完了日	JUTYUKANRYOUBI		文字列	出力	受注完了：DATA, 受注キャンセル：'NULL'
受注納期	JUTYUNOUKI				
売上計上区分	URIAGEKEIJYOUKUBUN				

宛先人物検索条件

部門	役職	備考
営業部2	平社員	
--	--	キャンセルの場合

受注登録

アクセス可能条件

部門	役職	備考
営業部2	平社員	

必要DB項目

エンティティ:受注明細

テーブル名:JUTYUMEISAI

属性名	カラム名	キー	データ型	入出力属性	備考
受注明細番号	JUTYUMEISAIBANGOU	主キー	文字列	出力	
商談番号	SYOUDANBANGOU	主キー, 外来キー	文字列	出力	
商品コード	SYOUHINCODE		文字列	出力	
受注数量	JUTYUSUURYOU		文字列	出力	
受注金額	JUTYUKINGAKU		文字列	出力	

宛先人物検索条件

部門	役職	備考
営業部2	課長	

受注明細確認認証

アクセス可能条件

部門	役職	備考
営業部2	課長	

必要DB項目

エンティティ:受注明細

テーブル名:JUTYUMEISAI

属性名	カラム名	キー	データ型	入出力属性	備考
上司確認フラグ	JYOUSHIKAKUNIN_FLAG		文字列	出力	確認OK:'ON', 確認NG:'OFF'

宛先人物検索条件

部門	役職	備考
営業部2	課長	分岐先が実行ユーザー選択の場合
営業部2	平社員	受注見直しの場合

実行ユーザー選択(請求待ち)

アクセス可能条件

部門	役職	備考
営業部2	課長	

必要DB項目

無し

宛先人物検索条件

部門	役職	備考
経理部	平社員	

実行ユーザー選択(納品待ち)

アクセス可能条件

部門	役職	備考
営業部2	課長	

必要DB項目

無し

宛先人物検索条件

部門	役職	備考
出荷部	平社員	

売掛・請求レコード作成

アクセス可能条件

部門	役職	備考
経理部	平社員	

必要DB項目

エンティティ:請求明細

テーブル名:SEIKYUMEISAI					
属性名	カラム名	キー	データ型	入出力属性	備考
請求明細番号	SEIKYUMEISAIBANGOU	主キー	文字列	出力	
商談番号	SYOUDANBANGOU	主キー, 外来キー	文字列	出力	案件キー
商品コード	SYOUHINCODE		文字列	出力	
請求金額	SEIKYUKINGAKU		文字列	出力	

宛先人物検索条件

部門	役職	備考
経理部	平社員	

納品指示日

アクセス可能条件

部門	役職	備考
出荷部	平社員	

必要DB項目

エンティティ:納入明細

テーブル名:NOUNYUMEISAI

属性名	カラム名	キー	データ型	入出力属性	備考
納入明細番号	NOUNYUMEISAIBANGOU	主キー	文字列	出力	
商談番号	SYOUDANBANGOU	主キー, 外来キー	文字列	出力	案件キー
商品コード	SYOUHINCODE		文字列	出力	
納品指示日	NOUHINSIJIBI		文字列	出力	納入指示完了:DATE, 納入指示保留:'NULL'
納入数量	NOUNYUSUURYOU		数値	出力	

宛先人物検索条件

部門	役職	備考
出荷部	平社員	納品指示日決定, 次のプロセスへ

納入子作業

アクセス可能条件

部門	役職	備考
出荷部	平社員	

必要DB項目

エンティティ:納入明細

テーブル名:NOUNYUMEISAI

属性名	カラム名	キー	データ型	入出力属性	備考
納入日	NOUNYUBI		文字列	出力	納入予定日

エンティティ:受注	テーブル名:JUTYU				
属性名	カラム名	キー	データ型	入出力属性	備考
納入完了日	NOUNYUKANRYOUBI		文字列	出力	
納品指示完了フラ	NOUHINSIJIKANRYOUFLAG		文字列	出力	納入完了後:'ON', 納入前:'NULL'

宛先人物検索条件

部門	役職	備考
経理部	平社員	

請求書出力

アクセス可能条件

部門	役職	備考
経理部	平社員	

必要DB項目

エンティティ:請求明細

テーブル名:SEIKYUMEISAI

属性名	カラム名	キー	データ型	入出力属性	備考
請求明細番号	SEIKYUMEISAIBANGOU	主キー	文字列	入力	
商談番号	SYOUDANBANGOU	主キー, 外来キー	文字列	入力	
商品コード	SYOUHINCODE		文字列	入力	
請求金額	SEIKYUKINGAKU		文字列	入力	

必要DB項目一覧

エンティティ:受注

テーブル名:JUTYU

属性名	カラム名	キー	データ型	入出力属性	備考
請求書発行フラグ	SEIKYUSYOHAKKOUFLAG	主キー	文字列	出力	請求書出力:'ON', 請求書未出力:'NULL'

宛先人物検索条件	役職	備考
経理部	平社員	

入金登録

アクセス可能条件

部門	役職	備考
経理部	平社員	

必要DB項目

エンティティ:請求明細

テーブル名:SEIKYUMEISAI

属性名	カラム名	キー	データ型	入出力属性	備考
入金金額	NYUKINKINGAKU		文字列	出力	
入金日	NYUKINBI		文字列	出力	

宛先人物検索条件	役職	備考
–	–	最終プロセスにつき不必要

C　出力レポート

```
CPN Tools state space report for:
C:¥Documents and Settings¥hira¥My Documents¥Working¥CPNTools¥modelchecking
¥hanbai_process_ver2.4.cpn
Report generated: Tue Sep 30 09:58:45 2008


 Statistics
------------------------------------------------------------------------

  State Space
     Nodes:  8201
     Arcs:   17846
     Secs:   18
     Status: Full

  Scc Graph
     Nodes:  7794
     Arcs:   17388
     Secs:   1


 Boundedness Properties
------------------------------------------------------------------------

  Best Integer Bounds
                            Upper      Lower
     DB'Acceptance_list 1    1          0
     DB'Branch_data__jutyu_kakunin 1
                            1          0
     DB'Branch_data__jutyu_meisai_kakunin 1
                            1          0
     DB'Branch_data__jyoui_yakusyoku 1
                            1          0
     DB'Branch_data__kubun 1 1          0
     DB'Branch_data__kyakusaki 1
                            1          0
     DB'Branch_data__nouhin_shijibi 1
                            1          0
     DB'Branch_data__seikyusyo 1
                            1          0
     DB'DB_USER_LIST 1      17         17
     DB'Form_data__jutyumeisai 1
                            1          0
     DB'Form_data__nounyumeisai 1
                            2          0
     DB'Form_data__seikyumeisai 1
                            3          0
     DB'Form_data_jutyu 1    1          0
     DB'Form_data_mitsumori 1
                            1          0
     DB'LOGIN_USERS_LIST 1   2          0
     Destination_ippan_mitsumori'DB_USER_LIST 1
                            17         17
     Destination_ippan_mitsumori'SQL 1
                            1          1
     Destination_jikkou_user_select'DB_USER_LIST 1
                            17         17
     Destination_jikkou_user_select'SQL 1
                            1          1
     Destination_jikkou_user_select_nouhin'DB_USER_LIST 1
                            17         17
     Destination_jikkou_user_select_nouhin'SQL 1
                            1          1
     Destination_jutyu_kakunin'Branch_data 1
                            1          0
     Destination_jutyu_kakunin'Branch_data__jutyu_kakunin 1
                            1          0
     Destination_jutyu_kakunin'DB_USER_LIST 1
                            17         17
     Destination_jutyu_kakunin'JKS2 1
                            1          0
     Destination_jutyu_kakunin'JKS3 1
                            1          0
     Destination_jutyu_kakunin'NEXTUSER 1
                            1          0
     Destination_jutyu_kakunin'SQL 1
                            2          2
     Destination_jutyu_meisai_kakunin_ninsyou'Branch_data 1
                            1          0
     Destination_jutyu_meisai_kakunin_ninsyou'Branch_data__jutyu_meisai_kakunin 1
                            1          0
     Destination_jutyu_meisai_kakunin_ninsyou'DB_USER_LIST 1
                            17         17
     Destination_jutyu_meisai_kakunin_ninsyou'JMKNS2 1
                            1          0
     Destination_jutyu_meisai_kakunin_ninsyou'JMKNS3 1
                            1          0
     Destination_jutyu_meisai_kakunin_ninsyou'NEXTUSER 1
                            1          0
     Destination_jutyu_meisai_kakunin_ninsyou'SQL 1
                            2          2
     Destination_jutyu_touroku'DB_USER_LIST 1
                            17         17
     Destination_jutyu_touroku'SQL 1
                            1          1
     Destination_jyoui_syounin_ippan'Branch_data 1
                            1          0
     Destination_jyoui_syounin_ippan'Branch_data__jyoui_yakusyoku 1
                            1          0
     Destination_jyoui_syounin_ippan'DB_USER_LIST 1
                            17         17
     Destination_jyoui_syounin_ippan'JYSIS2 1
                            1          0
     Destination_jyoui_syounin_ippan'JYSIS3 1
                            1          0
     Destination_jyoui_syounin_ippan'NEXTUSER 1
```

```
                        1          0
Destination_jyoui_syounin_ippan'SQL 1
                        2          2
Destination_jyoui_yakusyoku_tokubetsu'Bramch_data 1
                        1          0
Destination_jyoui_yakusyoku_tokubetsu'Branch_data__jyoui_yakusyoku 1
                        1          0
Destination_jyoui_yakusyoku_tokubetsu'DB_USER_LIST 1
                        17         17
Destination_jyoui_yakusyoku_tokubetsu'JYSTS2 1
                        1          0
Destination_jyoui_yakusyoku_tokubetsu'JYSTS3 1
                        1          0
Destination_jyoui_yakusyoku_tokubetsu'NEXTUSER 1
                        1          0
Destination_jyoui_yakusyoku_tokubetsu'SQL 1
                        2          2
Destination_kyakusaki_ippan'Branch_data 1
                        1          0
Destination_kyakusaki_ippan'Branch_data__kyakusaki 1
                        1          0
Destination_kyakusaki_ippan'DB_USER_LIST 1
                        17         17
Destination_kyakusaki_ippan'KMKIS2 1
                        1          0
Destination_kyakusaki_ippan'KMKIS3 1
                        1          0
Destination_kyakusaki_ippan'NEXTUSER 1
                        1          0
Destination_kyakusaki_ippan'SQL 1
                        2          2
Destination_kyakusaki_tokubetsu'Branch_data 1
                        1          0
Destination_kyakusaki_tokubetsu'Branch_data__kyakusaki 1
                        1          0
Destination_kyakusaki_tokubetsu'DB_USER_LIST 1
                        17         17
Destination_kyakusaki_tokubetsu'KMKTS2 1
                        1          0
Destination_kyakusaki_tokubetsu'KMKTS3 1
                        1          0
Destination_kyakusaki_tokubetsu'NEXTUSER 1
                        1          0
Destination_kyakusaki_tokubetsu'SQL 1
                        2          2
Destination_nouhin_shijibi'Branch_data 1
                        1          0
Destination_nouhin_shijibi'Branch_data__nouhin_shijibi 1
                        1          0
Destination_nouhin_shijibi'DB_USER_LIST 1
                        17         17
Destination_nouhin_shijibi'NEXTUSER 1
                        1          0
Destination_nouhin_shijibi'NSS2 1
                        1          0
Destination_nouhin_shijibi'NSS3 1
                        1          0
Destination_nouhin_shijibi'SQL 1
                        1          1
Destination_nounyu_kosagyou'DB_USER_LIST 1
                        17         17
Destination_nounyu_kosagyou'SQL 1
                        1          1
Destination_nyuukin_touroku'Acceptance_list 1
                        1          0
Destination_seikyuusyo_syutsuryoku'Branch_data 1
                        1          0
Destination_seikyuusyo_syutsuryoku'Branch_data__seikyusyo 1
                        1          0
Destination_seikyuusyo_syutsuryoku'DB_USER_LIST 1
                        17         17
Destination_seikyuusyo_syutsuryoku'NEXTUSER 1
                        1          0
Destination_seikyuusyo_syutsuryoku'SQL 1
                        2          2
Destination_seikyuusyo_syutsuryoku'SSS2 1
                        1          0
Destination_seikyuusyo_syutsuryoku'SSS3 1
                        1          0
Destination_start'Branch_data 1
                        1          0
Destination_start'Branch_data__kubun 1
                        1          0
Destination_start'DB_USER_LIST 1
                        17         17
Destination_start'NEXTUSER 1
                        1          0
Destination_start'SOS2 1
                        1          0
Destination_start'SOS3 1
                        1          0
Destination_start'SQL 1 3          3
Destination_tokubetsu_mitsumori'DB_USER_LIST 1
                        17         17
Destination_tokubetsu_mitsumori'SQL 1
                        1          1
Destination_urikake_seikyuRecord_sakusei'DB_USER_LIST 1
                        17         17
Destination_urikake_seikyuRecord_sakusei'SQL 1
                        1          1
Form_ippan_mitsumori'Form_data__ippan_mitsumori 1
                        1          0
Form_ippan_mitsumori'IMSF3 1
                        1          0
Form_ippan_mitsumori'Input__Form_items 1
                        1          1
```

```
                                1          1
      Seikyuusyo__syutsuryoku'SS4 1
                                1          0
      Seikyuusyo__syutsuryoku'SS5 1
                                1          0
      Seikyuusyo__syutsuryoku'SS6 1
                                1          0
      Start'SO2 1               1          0
      Start_data'Branch_data 1
                                1          0
      Start_data'Input__Branch_date 1
                                3          2
      Tokubetsu_mitsumori_sakusei'FORM 1
                                1          1
      Tokubetsu_mitsumori_sakusei'TMS4 1
                                1          0
      Tokubetsu_mitsumori_sakusei'TMS5 1
                                1          0
      Tokubetsu_mitsumori_sakusei'TMS6 1
                                1          0
      Top'Sentyaku 1            1          0
      Top'Sink 1                1          0
      Top'Source 1              1          0
      Top'T1 1                  1          0
      jyoui_yakusyoku__syounin_tokubetsu'FORM 1
                                1          1
      jyoui_yakusyoku__syounin_tokubetsu'JYST4 1
                                1          0
      jyoui_yakusyoku__syounin_tokubetsu'JYST5 1
                                1          0
      jyoui_yakusyoku__syounin_tokubetsu'JYST6 1
                                1          0

  Best Upper Multi-set Bounds
      DB'Acceptance_list 1
                          1`"000001"
      DB'Branch_data__jutyu_kakunin 1
                          1`("000001","NONNULL")++
1`("000001","NULL")
      DB'Branch_data__jutyu_meisai_kakunin 1
                          1`("000001","OFF")++
1`("000001","ON")
      DB'Branch_data__jyoui_yakusyoku 1
                          1`("000001","OFF")++
1`("000001","ON")
      DB'Branch_data__kubun 1
                          1`("000001","0")++
1`("000001","1")++
1`("000001","2")
      DB'Branch_data__kyakusaki 1
                          1`("000001","NONNULL")++
1`("000001","NULL")
      DB'Branch_data__nouhin_shijibi 1
                          1`("000001","NONNULL")++
1`("000001","NULL")
      DB'Branch_data__seikyusyo 1
                          1`("000001","OFF")++
1`("000001","ON")
      DB'DB_USER_LIST 1   1`("JE0000","Jutyu_Ichirou","eigyo2","hira")++
1`("JE0001","Jutyu_Jirou","eigyo2","hira")++
1`("JE0002","Jutyu_Saburou","eigyo2","hira")++
1`("JE0003","Jutyu_Katyou","eigyo2","katyou")++
1`("KR0000","Keiri_Ichirou","keiri","hira")++
1`("KR0001","Keiri_Jirou","keiri","hira")++
1`("KR0002","Keiri_Saburou","keiri","hira")++
1`("KR0003","Bumon_Katyou","keiri","katyou")++
1`("NULL","NULL","NULL","NULL")++
1`("SE0000","Syoudan_Ichirou","eigyo1","hira")++
1`("SE0001","Syoudan_Jirou","eigyo1","hira")++
1`("SE0002","Syoudan_Saburou","eigyo1","hira")++
1`("SE0003","Syoudan_Katyou","eigyo1","katyou")++
1`("SK0000","Syouhin_Ichirou","syukka","hira")++
1`("SK0001","Syouhin_Jirou","syukka","hira")++
1`("SK0002","Syouhin_Saburou","syukka","hira")++
1`("SK0003","Syouhin_Katyou","syukka","katyou")
      DB'Form_data__jutyumeisai 1
                          1`("000001","data")
      DB'Form_data__nounyumeisai 1
                          2`("000001","data")
      DB'Form_data__seikyumeisai 1
                          3`("000001","data")
      DB'Form_data_jutyu 1
                          1`("000001","data")
      DB'Form_data_mitsumori 1
                          1`("000001","data")
      DB'LOGIN_USERS_LIST 1
                          1`("000001","JE0000","jutyu_kakunin")++
1`("000001","JE0000","jutyu_touroku")++
1`("000001","JE0001","jutyu_kakunin")++
1`("000001","JE0001","jutyu_touroku")++
1`("000001","JE0002","jutyu_kakunin")++
1`("000001","JE0002","jutyu_touroku")++
1`("000001","JE0003","jikkou_user_seect_nouhin")++
1`("000001","JE0003","jikkou_user_select_seikyu")++
1`("000001","JE0003","jutyu_meisai_kakunin_ninsyou")++
1`("000001","KR0000","nyuukin_touroku")++
1`("000001","KR0000","seikyu_machi")++
1`("000001","KR0000","seikyuusho_syuturyoku")++
1`("000001","KR0001","nyuukin_touroku")++
1`("000001","KR0001","seikyu_machi")++
1`("000001","KR0001","seikyuusho_syuturyoku")++
1`("000001","KR0002","nyuukin_touroku")++
1`("000001","KR0002","seikyu_machi")++
1`("000001","KR0002","seikyuusho_syuturyoku")++
1`("000001","SE0000","ippan_mitsumori")++
1`("000001","SE0000","jutyu_kakunin")++
```

```
1`("000001","SE0000","kyakusaki_mitsumori_ippan")++
1`("000001","SE0000","kyakusaki_mitsumori_kakunin_tokubetsu")++
1`("000001","SE0000","tokubetsu_mitsumori")++
1`("000001","SE0001","ippan_mitsumori")++
1`("000001","SE0001","jutyu_kakunin")++
1`("000001","SE0001","kyakusaki_mitsumori_ippan")++
1`("000001","SE0001","kyakusaki_mitsumori_kakunin_tokubetsu")++
1`("000001","SE0001","tokubetsu_mitsumori")++
1`("000001","SE0002","ippan_mitsumori")++
1`("000001","SE0002","jutyu_kakunin")++
1`("000001","SE0002","kyakusaki_mitsumori_ippan")++
1`("000001","SE0002","kyakusaki_mitsumori_kakunin_tokubetsu")++
1`("000001","SE0002","tokubetsu_mitsumori")++
1`("000001","SE0003","jyoui_yakusyoku_syounin_ippan")++
1`("000001","SE0003","jyoui_yakusyoku_syounin_tokubetsu")++
1`("000001","SK0000","nonhin_kosagyou")++
1`("000001","SK0000","nouhin_shijibi")++
1`("000001","SK0001","nonhin_kosagyou")++
1`("000001","SK0001","nouhin_shijibi")++
1`("000001","SK0002","nonhin_kosagyou")++
1`("000001","SK0002","nouhin_shijibi")
    Destination_ippan_mitsumori'DB_USER_LIST 1
                        1`("JE0000","Jutyu_Ichirou","eigyo2","hira")++
1`("JE0001","Jutyu_Jirou","eigyo2","hira")++
1`("JE0002","Jutyu_Saburou","eigyo2","hira")++
1`("JE0003","Jutyu_Katyou","eigyo2","katyou")++
1`("KR0000","Keiri_Ichirou","keiri","hira")++
1`("KR0001","Keiri_Jirou","keiri","hira")++
1`("KR0002","Keiri_Saburou","keiri","hira")++
1`("KR0003","Bumon_Katyou","keiri","katyou")++
1`("NULL","NULL","NULL","NULL")++
1`("SE0000","Syoudan_Ichirou","eigyo1","hira")++
1`("SE0001","Syoudan_Jirou","eigyo1","hira")++
1`("SE0002","Syoudan_Saburou","eigyo1","hira")++
1`("SE0003","Syoudan_Katyou","eigyo1","katyou")++
1`("SK0000","Syouhin_Ichirou","syukka","hira")++
1`("SK0001","Syouhin_Jirou","syukka","hira")++
1`("SK0002","Syouhin_Saburou","syukka","hira")++
1`("SK0003","Syouhin_Katyou","syukka","katyou")
    Destination_ippan_mitsumori'SQL 1
                        1`("eigyo1","katyou","NULL")
    Destination_jikkou_user_select'DB_USER_LIST 1
                        1`("JE0000","Jutyu_Ichirou","eigyo2","hira")++
1`("JE0001","Jutyu_Jirou","eigyo2","hira")++
1`("JE0002","Jutyu_Saburou","eigyo2","hira")++
1`("JE0003","Jutyu_Katyou","eigyo2","katyou")++
1`("KR0000","Keiri_Ichirou","keiri","hira")++
1`("KR0001","Keiri_Jirou","keiri","hira")++
1`("KR0002","Keiri_Saburou","keiri","hira")++
1`("KR0003","Bumon_Katyou","keiri","katyou")++
1`("NULL","NULL","NULL","NULL")++
1`("SE0000","Syoudan_Ichirou","eigyo1","hira")++
1`("SE0001","Syoudan_Jirou","eigyo1","hira")++
1`("SE0002","Syoudan_Saburou","eigyo1","hira")++
1`("SE0003","Syoudan_Katyou","eigyo1","katyou")++
1`("SK0000","Syouhin_Ichirou","syukka","hira")++
1`("SK0001","Syouhin_Jirou","syukka","hira")++
1`("SK0002","Syouhin_Saburou","syukka","hira")++
1`("SK0003","Syouhin_Katyou","syukka","katyou")
    Destination_jikkou_user_select'SQL 1
                        1`("keiri","hira","NULL")
    Destination_jikkou_user_select_nouhin'DB_USER_LIST 1
                        1`("JE0000","Jutyu_Ichirou","eigyo2","hira")++
1`("JE0001","Jutyu_Jirou","eigyo2","hira")++
1`("JE0002","Jutyu_Saburou","eigyo2","hira")++
1`("JE0003","Jutyu_Katyou","eigyo2","katyou")++
1`("KR0000","Keiri_Ichirou","keiri","hira")++
1`("KR0001","Keiri_Jirou","keiri","hira")++
1`("KR0002","Keiri_Saburou","keiri","hira")++
1`("KR0003","Bumon_Katyou","keiri","katyou")++
1`("NULL","NULL","NULL","NULL")++
1`("SE0000","Syoudan_Ichirou","eigyo1","hira")++
1`("SE0001","Syoudan_Jirou","eigyo1","hira")++
1`("SE0002","Syoudan_Saburou","eigyo1","hira")++
1`("SE0003","Syoudan_Katyou","eigyo1","katyou")++
1`("SK0000","Syouhin_Ichirou","syukka","hira")++
1`("SK0001","Syouhin_Jirou","syukka","hira")++
1`("SK0002","Syouhin_Saburou","syukka","hira")++
1`("SK0003","Syouhin_Katyou","syukka","katyou")
    Destination_jikkou_user_select_nouhin'SQL 1
                        1`("syukka","hira","NULL")
    Destination_jutyu_kakunin'Branch_data 1
                        1`("000001","NONNULL")++
1`("000001","NULL")
    Destination_jutyu_kakunin'Branch_data__jutyu_kakunin 1
                        1`("000001","NONNULL")++
1`("000001","NULL")
    Destination_jutyu_kakunin'DB_USER_LIST 1
                        1`("JE0000","Jutyu_Ichirou","eigyo2","hira")++
1`("JE0001","Jutyu_Jirou","eigyo2","hira")++
1`("JE0002","Jutyu_Saburou","eigyo2","hira")++
1`("JE0003","Jutyu_Katyou","eigyo2","katyou")++
1`("KR0000","Keiri_Ichirou","keiri","hira")++
1`("KR0001","Keiri_Jirou","keiri","hira")++
1`("KR0002","Keiri_Saburou","keiri","hira")++
1`("KR0003","Bumon_Katyou","keiri","katyou")++
1`("NULL","NULL","NULL","NULL")++
1`("SE0000","Syoudan_Ichirou","eigyo1","hira")++
1`("SE0001","Syoudan_Jirou","eigyo1","hira")++
1`("SE0002","Syoudan_Saburou","eigyo1","hira")++
1`("SE0003","Syoudan_Katyou","eigyo1","katyou")++
1`("SK0000","Syouhin_Ichirou","syukka","hira")++
1`("SK0001","Syouhin_Jirou","syukka","hira")++
1`("SK0002","Syouhin_Saburou","syukka","hira")++
1`("SK0003","Syouhin_Katyou","syukka","katyou")
    Destination_jutyu_kakunin'JKS2 1
```

```
Nouhin__shijibi'FORM 1
                    1`"nouhin_shijibi"
Nouhin__shijibi'NS4 1
                    empty
Nouhin__shijibi'NS5 1
                    empty
Nouhin__shijibi'NS6 1
                    empty
Nouhin_machi'Branch_data__nouhin_shijibi 1
                    empty
Nouhin_machi'NM2 1  empty
Nouhin_machi'NM4 1  empty
Nouhin_machi'NM6 1  empty
Nounyu_kosagyou'FORM 1
                    1`"nonhin_kosagyou"
Nounyu_kosagyou'NK4 1
                    empty
Nounyu_kosagyou'NK5 1
                    empty
Nounyu_kosagyou'NK6 1
                    empty
Nyuukin__touroku'FORM 1
                    1`"nyuukin_touroku"
Nyuukin__touroku'NT4 1
                    empty
Nyuukin__touroku'NT5 1
                    empty
Nyuukin__touroku'NT6 1
                    empty
Nyuukin_machi'Branch_data__seikyusyo 1
                    empty
Nyuukin_machi'NM2 1 empty
Nyuukin_machi'NM3 1 empty
Nyuukin_machi'NM4 1 empty
Seikyu_machi'FORM 1 1`"seikyu_machi"
Seikyu_machi'SM4 1  empty
Seikyu_machi'SM5 1  empty
Seikyu_machi'SM6 1  empty
Seikyuusyo__syutsuryoku'FORM 1
                    1`"seikyuusho_syuturyoku"
Seikyuusyo__syutsuryoku'SS4 1
                    empty
Seikyuusyo__syutsuryoku'SS5 1
                    empty
Seikyuusyo__syutsuryoku'SS6 1
                    empty
Start'SO2 1         empty
Start_data'Branch_data 1
                    empty
Start_data'Input__Branch_date 1
                    empty
Tokubetsu_mitsumori_sakusei'FORM 1
                    1`"tokubetsu_mitsumori"
Tokubetsu_mitsumori_sakusei'TMS4 1
                    empty
Tokubetsu_mitsumori_sakusei'TMS5 1
                    empty
Tokubetsu_mitsumori_sakusei'TMS6 1
                    empty
Top'Sentyaku 1      empty
Top'Sink 1          empty
Top'Source 1        empty
Top'T1 1            empty
jyoui_yakusyoku__syounin_tokubetsu'FORM 1
                    1`"jyoui_yakusyoku_syounin_tokubetsu"
jyoui_yakusyoku__syounin_tokubetsu'JYST4 1
                    empty
jyoui_yakusyoku__syounin_tokubetsu'JYST5 1
                    empty
jyoui_yakusyoku__syounin_tokubetsu'JYST6 1
                    empty


 Home Properties
-----------------------------------------------------------------------

  Home Markings
     None


 Liveness Properties
-----------------------------------------------------------------------

  Dead Markings
     42 [8201,8200,8175,8174,8173,...]

  Dead Transition Instances
     None

  Live Transition Instances
     None


 Fairness Properties
-----------------------------------------------------------------------
       Destination_ippan_mitsumori'Destination 1
                    Fair
       Destination_jikkou_user_select'Destination 1
                    Fair
       Destination_jikkou_user_select_nouhin'Destination 1
                    Fair
       Destination_jutyu_kakunin'Branch 1
                    Fair
       Destination_jutyu_kakunin'Destination 1
                    Fair
       Destination_jutyu_kakunin'Get_branch_data 1
```

Fair
Destination_jutyu_kakunin'SQL_CHECK 1
Fair
Destination_jutyu_meisai_kakunin_ninsyou'Branch 1
Fair
Destination_jutyu_meisai_kakunin_ninsyou'Destination 1
Fair
Destination_jutyu_meisai_kakunin_ninsyou'Get_branch_data 1
Fair
Destination_jutyu_meisai_kakunin_ninsyou'SQL_CHECK 1
Fair
Destination_jutyu_touroku'Destination 1
Fair
Destination_jyoui_syounin_ippan'Branch 1
Fair
Destination_jyoui_syounin_ippan'Destination 1
Fair
Destination_jyoui_syounin_ippan'Get_branch_data 1
Fair
Destination_jyoui_syounin_ippan'SQL_CHECK 1
Fair
Destination_jyoui_yakusyoku_tokubetsu'Branch 1
Fair
Destination_jyoui_yakusyoku_tokubetsu'Destination 1
Fair
Destination_jyoui_yakusyoku_tokubetsu'Get_branch_dqata 1
Fair
Destination_jyoui_yakusyoku_tokubetsu'SQL_CHECK 1
Fair
Destination_kyakusaki_ippan'Branch 1
Fair
Destination_kyakusaki_ippan'Destination 1
Fair
Destination_kyakusaki_ippan'Get_branch_data 1
Fair
Destination_kyakusaki_ippan'SQL_CHECK 1
Fair
Destination_kyakusaki_tokubetsu'Branch 1
Fair
Destination_kyakusaki_tokubetsu'Destination 1
Fair
Destination_kyakusaki_tokubetsu'Get_branch_data 1
Fair
Destination_kyakusaki_tokubetsu'SQL_CHECK 1
Fair
Destination_nouhin_shijibi'Branch 1
Fair
Destination_nouhin_shijibi'Destination 1
Fair
Destination_nouhin_shijibi'Get_branch_data 1
Fair
Destination_nouhin_shijibi'SQL_CHECK 1
Fair
Destination_nounyu_kosagyou'Select_Destination 1
Fair
Destination_nyuukin_touroku'acceptance 1
Fair
Destination_seikyuusyo_syutsuryoku'Branch 1
Fair
Destination_seikyuusyo_syutsuryoku'Destination 1
Fair
Destination_seikyuusyo_syutsuryoku'Get_branch_data 1
Fair
Destination_seikyuusyo_syutsuryoku'SQL_CHECK 1
Fair
Destination_start'Branch 1
Fair
Destination_start'Destination 1
Fair
Destination_start'Get_branch_data 1
Fair
Destination_start'SQL_CHECK 1
Fair
Destination_tokubetsu_mitsumori'Destination 1
Fair
Destination_urikake_seikyuRecord_sakusei'Destination 1
Fair
Form_ippan_mitsumori'Input_Form_data 1
Fair
Form_ippan_mitsumori'Write_data 1
Fair
Form_jutyu_kakunin'Input_Form_data 1
Fair
Form_jutyu_kakunin'Write_data 1
Fair
Form_jutyu_meisai__kakunin_ninsyou'Input_Form_data 1
Fair
Form_jutyu_meisai__kakunin_ninsyou'Write_data 1
Fair
Form_jutyu_touroku'Input_Form_data 1
Fair
Form_jutyu_touroku'Write_data 1
Fair
Form_jyoui_yakusyoku__syounin_tokubetsu'Input_Form_data 1
Fair
Form_jyoui_yakusyoku__syounin_tokubetsu'Write_data 1
Fair
Form_jyoui_yakusyoku_syounin_ippan'Input_Form_data 1
Fair
Form_jyoui_yakusyoku_syounin_ippan'Write_data 1
Fair
Form_kyakusaki_ippan'Input_form_data 1
Fair
Form_kyakusaki_ippan'Write_data 1
Fair
Form_kyakusaki_tokubetsu'Input_Form_data 1

```
                  Fair
Form_kyakusaki_tokubetsu'Write_data 1
                  Fair
Form_nouhin_shijibi'Input_Form_data 1
                  Fair
Form_nouhin_shijibi'Write_data 1
                  Fair
Form_nounyu_kosagyou'Input_Form_data 1
                  Fair
Form_nounyu_kosagyou'Write_data 1
                  Fair
Form_nyuukin_touroku'Input_Form_data 1
                  Fair
Form_nyuukin_touroku'Write_data 1
                  Fair
Form_seikyuusyo_syutsuryoku'Input_Form_data 1
                  Fair
Form_seikyuusyo_syutsuryoku'Write_data 1
                  Fair
Form_tokubetsu_mitsumori'Input_form__data 1
                  Fair
Form_tokubetsu_mitsumori'Write_data_to_DB 1
                  Fair
Form_urikake_seikyuRecord_sakusei'Input_Form_data 1
                  Fair
Form_urikake_seikyuRecord_sakusei'Write_data 1
                  Fair
Jikkou_user__select_seikyu'Form 1
                  Fair
Jikkou_user_select_nouhin'Form 1
                  Fair
Jutyu_clear'Clear 1    Fair
Jutyu_syorimachi'Branch 1
                  Fair
Jyoui_yakusyoku_syounin'Kubun 1
                  Fair
Kyakusaki_mitsumori_kakunin'Kubun 1
                  Fair
Login'login 1          Fair
Login'login 10         Fair
Login'login 11         Fair
Login'login 12         Fair
Login'login 13         Fair
Login'login 14         Fair
Login'login 15         Fair
Login'login 16         Fair
Login'login 2          Fair
Login'login 3          Fair
Login'login 4          Fair
Login'login 5          Fair
Login'login 6          Fair
Login'login 7          Fair
Login'login 8          Fair
Login'login 9          Fair
Logout'LOGOUT 1        Fair
Logout'LOGOUT 10       Fair
Logout'LOGOUT 11       Fair
Logout'LOGOUT 12       Fair
Logout'LOGOUT 13       Fair
Logout'LOGOUT 14       Fair
Logout'LOGOUT 15       Fair
Logout'LOGOUT 16       Fair
Logout'LOGOUT 2        Fair
Logout'LOGOUT 3        Fair
Logout'LOGOUT 4        Fair
Logout'LOGOUT 5        Fair
Logout'LOGOUT 6        Fair
Logout'LOGOUT 7        Fair
Logout'LOGOUT 8        Fair
Logout'LOGOUT 9        Fair
Mitsumori_nyukin_process'B_jutyugo 1
                  Fair
Mitsumori_nyukin_process'B_kubun 1
                  Fair
Mitsumori_nyukin_process'B_mitsumorigo 1
                  Fair
Mitsumori_nyukin_process'B_ninsyougo 1
                  Fair
Mitsumori_nyukin_process'Bungyou 1
                  Fair
Mitsumori_nyukin_process'Machiai 1
                  Fair
Mitsumorityuu'Kubun 1  Fair
Mitusmori_clear'Branch 1
                  Fair
Mitusmori_clear'Branch 2
                  Fair
Nouhin_machi'Branch 1  Fair
Nyuukin_machi'Branch 1 Fair
Start_data'Init 1      Fair
```