

# 合意形成マルチエージェント指向企業情報通信システムの構築法の提案

武内 惇<sup>†</sup> 藤本 洋<sup>†</sup>

21世紀のオフィスワークの特徴として、(1)個人を中心とした組織全体の効率向上、(2)非定型作業の自動化、(3)必要情報を自動入手、(4)実世界と仮想世界との連続的な連携があげられる。このようなオフィスワークを実現するためには、人間の社会性(個人が組織の中で集団を作って生活しようとする人間の根本的な性質)を企業組織の中で効率良く扱うための仕組みの実現が重要と考える。筆者らは、(1)社会性を解明しオフィスワークのモデル化を行い、(2)オフィスワークのモデルをベースにしたオフィスワークを支援する企業情報通信システムのアーキテクチャとシステムの構築法を提案する。オフィスワークのモデルとして、(1)業務遂行の場を表す役割空間モデル、(2)作業者を表す活動主体モデル、(3)活動主体の活動を表すオフィスワークプロセスモデルの3つのモデルを提案する。企業情報通信システムはネットワークで接続されたコンピュータ上の仮想空間に役割空間を構成し、エージェントプログラムで実現する活動主体をオフィスワークプロセスモデルで表現される手順に従って協調的に稼働させることにより非定型作業を実行するものである。また、エージェントは役割空間の外からも最新の情報を取得し、組織の意図と個性を発揮し、適時実世界の人間と連携して動作する機構を有している。

## Proposal of the Construction Method for Consensus Making Agents Based Enterprise Information and Telecommunication Systems

ATSUSHI TAKEUCHI<sup>†</sup> and HIROSHI FUJIMOTO<sup>†</sup>

In the 21st century the office work style is characterized as followings. (1) The efficiency promotion of the whole organization by regarding individuality. (2) Automating non-routine work. (3) Automatic collection of needed information. (4) Linkage with a virtual world and real world. We think that some mechanism for social ability handling are important. We make clear social ability and use for base of office work model. We propose an architecture and implementation method of enterprise information and telecommunication system based on office work model. The office work model which we propose is constructed by 3 models as followings. (1) Role field model which is a virtual working place. On the role field organizational activities are composed from individual personal activities. (2) Office actor model which represents an agent of an office worker. (3) Office work process model which defines communication methods between actors. On the enterprise information and telecommunication system, role field is a virtual space implemented on the computer network system, office actor is implemented as agent-oriented program. Actors perform required non-routine work cooperating each other by using the procedure which are described by office work process model. Actor can get the newest information for work from role field, and communicate with office worker timely to accomplish one's responsibilities.

### 1. はじめに

21世紀の情報化社会は、知識を効果的に活用することにより、大きな価値や収益を生むことが可能となる社会であり、企業はこの情報化社会の中で、個人の責

任を基盤に構成され、組織として最大の生産能力を発揮できるように知識を効果的に活用できる仕組みを持つことが重要となるといわれている<sup>4)~6)</sup>。すなわち、企業におけるオフィスワークは、業務担当者が各自の好む方針や方法、場所、時間等のワークスタイルに従い、かつ責任を持って作業を行い、さらに、作業過程で生産される知識が組織の知識として蓄積され活用されることにより、新しい知識が生産され、組織全体と

<sup>†</sup> 日本大学工学部情報工学科  
Department of Computer Sciences, Faculty of Engineering, Nihon University

しての能力向上が図られるようになる。このようなオフィスワークを実現するためには、人間の社会性（個人が組織の中で集団を作って生活しようとする人間の根本的な性質）を企業組織の中で効率良く扱うための仕組みの実現が重要と考える。

本論文では、オフィスワークにおける業務の多様性（目的や目標、業務担当者、業務遂行手順が多様であるという業務の特性）、および業務のダイナミック性（業務遂行途中で担当者や業務遂行手順が変化するという業務の特性）に容易に対応できるようにするため、オフィスワークのモデル化を行う。次にオフィスワークのモデル（オフィスワークモデルと呼ぶ）をベースとするオフィスワークの支援システム〔企業情報通信システム（RFIT: Role Field office work model based Information and Telecommunication system システム）と呼ぶ〕の構築法を提案する。

オフィスワークモデルは業務遂行の場を表す役割空間モデル、作業担当者を表す活動主体モデル、さらに活動主体の活動手順を表すオフィスワークプロセスモデルにより構成される。各モデルは以下の機能を実現するところに特徴がある。

- (1) 役割空間モデル：個人の活動を組織の活動に統合し、業務の多様性やダイナミック性に適応可能とする機能
- (2) 活動主体モデル：個人情報と所属組織情報を装備し、個人と所属組織の意図を業務遂行に反映する機能
- (3) オフィスワークプロセスモデル：業務の多様性とダイナミック性に適応して業務遂行プロセスを表現する機能

以上の特徴を有するオフィスワークモデルをベースにすることにより、21世紀のオフィスワークの特徴を支える以下の機能を有する企業情報通信システムの実現を目指す。

- (1) 個人を中心とした組織全体の効率化機能
- (2) 非定型作業の自動化機能
- (3) 必要情報の自動入手機能
- (4) 実世界と仮想世界との連続的な連携機能

企業情報通信システムは企業内ネットワーク上に構築し、作業担当者（以下、担当者と呼ぶ）がどこからでも企業内ネットワークにコンピュータを接続し、そのコンピュータ上で同時に複数の業務を遂行可能とする。

この研究分野では、個性を重視することにより組織体としての利益を増大させ、かつ人間とコンピュータが協調して活動することを可能とする次世代の情報通信システムの実現方式に関する研究が進められている。

この代表的研究に ADIPS プロジェクト<sup>1);2)</sup>と CASA プロジェクト<sup>3)</sup>がある。

前者は分散システム上の計算機プロセスをエージェントにより実行制御するエージェント指向分散システムのフレームワークを与えるものである。ここではエージェントが設計者や運用技術者の知識を利用しながら自律的に分散システムを構成するためのエージェント指向プログラミング環境が提供されている。

後者は実世界における個人の社会活動の仕組みをコンピュータ上に実現することにより、人間とコンピュータのシームレスな連携を可能とするシステムの実現を目指すものである。CASA は多様なシステム分野に適用可能とするために、1人の人間の機能部分ごとにエージェントを配置し、それらのエージェントを連携して動作させることにより柔軟に多様な作業を処理可能としている。

企業情報通信システムは個性を重視しかつ個人が最大限の能力を発揮しながら全体として効率良く機能させる機構が必要となるが、上記のいずれのシステムでも個人の特性や活動、組織の特性や活動を明示的に扱う機構がないため、企業情報通信システムの構築が難しいという問題点がある。本論文では上記のシステムの問題点を解決し、21世紀のオフィスワークを支える企業情報通信システムの構築法を提案する。

2章ではオフィスワークのモデル化について、3章ではオフィスワークモデルをベースにした企業情報通信システムの考え方について述べる。4章では企業情報通信システムのアーキテクチャについて、5章では個性を重視した個人の活動を組織としての活動に統合するための仕組みとして合意形成を取り上げ、合意形成を支援する企業情報通信システムの構築法について述べる。6章では生産スケジュール作成システムの試作結果から企業情報通信システムが実現可能性であることを明らかにする。

## 2. オフィスワークのモデル化

### 2.1 オフィスワークの特徴

筆者らは21世紀のオフィスワークの特徴を以下のようにとらえている<sup>4)~6)</sup>。

- (1) 個人を中心とした組織全体の効率化

個性を重視し、かつ個人が責任を持って最大限の能力を発揮しながら、組織全体として効率良く機能する。

- (2) 非定型作業の自動化

計画作成や作業スケジュール作成、予算策定等のように、関連部門の作業担当者や当該分野の専門家が集まり合意形成を行い、課題に対する解決策を策定する

作業を非定型作業と呼ぶ。非定型作業では作業担当者の作業目標や価値観の違いから複数の解決策が立案され、どの解決策を選択するかは一緒に作業している作業担当者の合意により決定される。21世紀のオフィスでは合意形成の仕組みがコンピュータ上に実現されており、非定型作業が自動化されている。

### (3) 必要情報の自動入手

担当者は、作業途中の中間成果物、作業成果物等の情報だけではなく、所属する組織や個人の特性に適合するように選別された業務遂行に必要な情報も自動的に入手することができる。

### (4) 実世界と仮想世界との連続的な連携

担当者がコンピュータ上の仮想世界で動作する自分の代理人(活動主体と呼ぶ)とつねに連携して活動することにより、活動主体が担当者の意図に反して勝手に活動することを抑制する。これにより担当者が自分の意図に基づいて業務を遂行でき、業務遂行の達成感を持つことができるシステムを提供する。さらに、担当者がコンピュータ上の仮想空間で実行される業務の遂行を適時制御可能とすることにより、人間が担当する作業とコンピュータが担当する作業の分離を容易に設定することを可能とする。これにより直感や連想、感性や意志に基づく判断等人間が得意な処理を人間が担当し、コンピュータの処理を単純化するとともに、ネットワーク上の資源を効率良く使用可能とする。

このような特徴を有するオフィスワークを支える企業情報通信システムを構築するには、業務の多様性とダイナミック性を系統的に扱うための枠組みとなるオフィスワークモデルが重要となる。

## 2.2 オフィスワークのモデル化の考え方

本論文ではオフィスワークを以下のように考える。業務遂行の必要性が生じたとき、当該業務遂行の要求者(要求者と呼ぶ)は当該業務に関連のある部署から担当者を募り、担当者間のコミュニケーションの場を設置する。担当者は業務課題の解決策を検討し、コミュニケーションの場に参加し、他の担当者と協調して業務を遂行する。すなわち、オフィスワークは要求者によって設置された業務遂行の場(役割空間)において、担当者(役割空間で活動するのは担当者の代理人である活動主体)が、決められた活動手順(オフィスワークプロセス)に従って業務を遂行するというものである。これに基づき、オフィスワークを表現するためのオフィスワークモデル(RFOWモデル: Role Field based Office Workモデル)を以下の3つのモデルで構成する(図1)。

### (1) 役割空間モデル(ROFモデル: Role Fieldモ

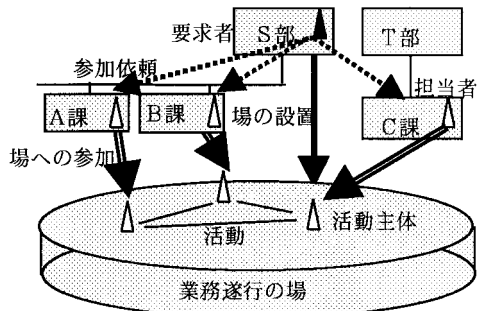


図1 オフィスワークモデル(RFOWモデル)の構成  
Fig. 1 Structure of office work model (RFOW model).

デル): 要求者の指示により、コンピュータシステム上の仮想空間に設置される業務遂行の場を表す。

- (2) 活動主体モデル(OFAモデル: Office Actorモデル) 担当者の代理人として所属する組織から役割空間に参加して業務を遂行する人間を表す。
- (3) オフィスワークプロセスモデル(OWPモデル: Office Work Processモデル): 要求者の活動(役割空間の設置や解放, 担当者への参加依頼)や担当者の活動(役割空間への参加), 活動主体の活動(役割空間での業務遂行)を表す。OWPモデルはオフィスワークの活動プロセス要素に注目してOSCAR(Orderプロセス, Streamプロセス, Coordinateプロセス, Actionプロセス, Reportプロセス)プロセスモデルと呼ぶ。

## 2.3 役割空間モデル(ROFモデル)の構成法

- (1) ROFモデルの基本的な考え方  
専門家が集まり課題の解決策について全員で意思決定することを「業務を遂行すること」ととらえる。意思決定を行うためのコミュニケーションの場を会議と呼ぶのに対して、業務遂行の場を役割空間と呼ぶ。役割空間の概念を導入することにより、業務遂行に関する要素を明示的に表現する枠組みを与える。ROFモデルは役割空間をモデル化するものである。
- (2) 役割空間の構成要素の定義  
役割空間を識別子, 目的, リソースおよびプロセスの4つの構成要素により定義する(表1)。
- (3) 役割空間データベース(RFDB: Role Field Data Base)の導入  
RFDBには役割空間の4つの構成要素に関する情報を保存する。RFDBは格納された情報の中から要求者や担当者に情報を提供する。活動主体はRFDBから業務遂行に必要な情報を

表 1 役割空間の構成要素の定義

Table 1 Constitution elements of a role field.

構成要素	定義項目
識別子	・役割空間の名称と要求者名
目的	・役割空間で遂行されるべき業務の目的や完了指定期限
リソース	・活動主体の名前と所属、認定された権限 ・業務遂行中に生産される情報(中間成果物、最終成果物)
プロセス	・関連して活動する活動主体が協調する活動の名称(例:協議、多数決など)

入手することができるため、いつでも役割空間で作業を開始することができる。

## 2.4 活動主体モデル(OFAモデル)の構成法

### (1) OFAモデルの基本的な考え方

活動主体は要求者からの要請により、役割空間から与えられる目的、リソース、およびプロセスに関する情報を基に実世界の担当者によって役割空間上に生成される。活動主体は担当者が所属する組織の役割に従って与えられる権限と責任のほかに、担当者の個性と知識を持つ。ここで、権限とは活動主体が役割空間に参加するとき、要求者によって認定されるものである。他の活動主体との合意形成ができないときに行使される決定権限であるためすべての担当者には異なる権限の値が与えられる。また、責任とは完了予定期限までに作業を完了することである。活動主体は要求者から与えられた作業が予定どおりに進められるように、担当者に対して作業指示を督促することにより責任を達成しようと試みる。個性とは業務課題の解決策の立案手順や他の活動主体の提案に対する賛成反対等の判定基準を含む当該活動主体の活動手順である。知識とは活動の結果得られた情報である。

活動主体は担当者からの指示により活動中ダイナミックに賛成反対等の判定基準に関する個性を変更することができたため、他の活動主体と連携した業務の遂行法を変更することができる。このため活動主体は業務のダイナミック性に柔軟に対応可能である。

### (2) 活動主体の構成要素の定義

以上のことから、活動主体は表2に示す識別子、組織関連情報、個人関連情報および活動手順の4つの構成要素により定義できる。

## 2.5 オフィスワークプロセスモデル(OSCARプロセスモデル)の構成

オフィスワークプロセスモデルは役割空間の設置や解放の手順と活動主体の生成手順、役割空間上における活動主体の活動手順(これら3つの手順を活動プロセスと呼ぶ)をモデル化したものである。本論文で

表 2 活動主体の構成要素の定義

Table 2 Constitution elements of an office actor.

構成要素	定義項目
識別子	担当者の名前と所属組織名、参加する役割空間名
組織関連情報	権限と責任
個人関連情報	個性と知識
活動手順	オフィスワークプロセスモデルを用いて記述された活動主体の活動手順

表 3 OSCARプロセスモデルの構成要素の定義

Table 3 Constitution elements of OSCAR process model.

活動プロセス要素	内容
Order	・要求者による役割空間の設置や解放、担当者への参加依頼 ・担当者による活動主体の生成
Stream	・活動主体から役割空間データベースへの情報蓄積、役割空間データベースから活動主体への情報提供
Coordinate	・担当者と活動主体同士の情報交換
Action	・情報の収集、解決策の作成、他の活動主体との合意形成
Report	・役割空間データベースから要求者や担当者への検討結果の報告

は、要求者、担当者、活動主体の間で交換される情報の種類に注目して、それぞれの情報を操作するため、表3に示す5つの活動プロセス要素(Orderプロセス、Streamプロセス、Coordinateプロセス、Actionプロセス、Reportプロセス)に活動プロセスを分類する。これにより、要求者や担当者、活動主体の活動手順を変更する場合、変更すべき活動プロセス要素を限定することができるため、活動手順の変更が容易になる。

## 3. RFOWモデルに基づく企業情報通信システムのフレームワーク

### 3.1 役割空間に基づく企業情報通信システムのイメージ

企業情報通信システムは要求者から指定された多様な非定型作業を実行するプラットフォームであり、ネットワークで接続された各担当者のコンピュータおよびオフィスワークで作成される情報を蓄積するためのデータベースサーバにより構成される。コンピュータネットワーク上の仮想空間には業務別に複数の役割空間が設置される。役割空間上では、部や課、係等の組織体から選択された担当者の代理人である活動主体が業務を遂行する。各担当者は1台のコンピュータを介

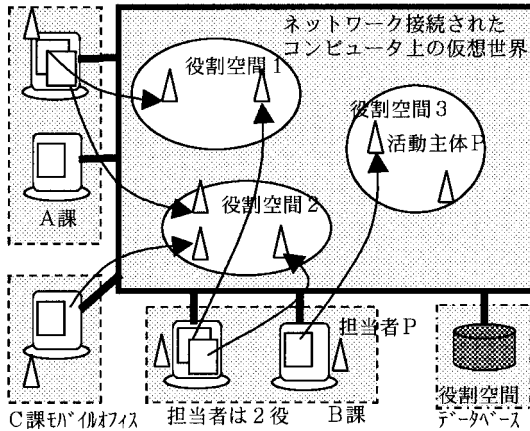


図2 企業情報通信システムイメージ

Fig. 2 Schematic illustration of the enterprise information telecommunication systems.

して、同時に複数の役割空間上で異なる業務を担当することが可能である。図2に企業情報通信システムイメージを示す。

### 3.2 オフィスワークの特徴への対応

2章で述べた21世紀のオフィスワークの特徴を実現するため、企業情報通信システムが備えるべき機能を以下に示す。ただし、非定型作業の自動化については3.3節に詳述する。

#### (1) 個人を中心とした組織全体の効率化

活動主体は所有する個性や知識に基づき業務課題の解決策を作成する。さらに、活動主体は他の活動主体が作成した解決策を参照し、与えられた個性や権限を用いて自分の解決策の改善を行い役割空間全体としての解決策を決定する (Actionプロセス)。すなわち個々の活動主体が個別に生産した知識 (解決策) から組織全体 (役割空間) の新しい知識 (解決策) を半自動的に生産することができ、組織全体の作業効率の向上を図ることができる。

#### (2) 必要情報の自動入手

担当者は作業途中の中間成果物や作業の結果得られた成果物等のRFDBに蓄積された情報を自動的に入手することができる (Reportプロセス)。活動主体がすでに運用されている役割空間に途中から参加するとき、役割空間上ですでに活動している活動主体の名称や所属組織名、権限の情報、すでに作成された中間成果物は、RFDBより当該活動主体へ自動的に配信される (Streamプロセス)。これにより活動主体はいつでも役割空間に参加し、活動可能である。

また、担当者は、役割空間外に存在する当該業務遂行に必要な情報を収集するため、活動主体に対して収集

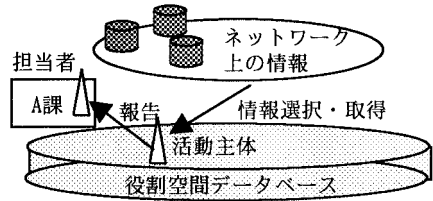


図3 必要情報取得の自動化

Fig. 3 Automatic information collection.

する情報ならびに収集方法を指示する (Coordinateプロセス)。活動主体は、担当者からの指示に従って情報を収集し (Actionプロセス)、担当者の要求に適合するように、情報を選別し、担当者に提示する (Coordinateプロセス) (図3)。

#### (3) 実世界と仮想世界の連続的な連携

活動主体は担当者により Actionプロセスに設定された担当者への問合せ条件が満たされたとき、担当者に問合せを行うことができる (Coordinateプロセス)。これにより担当者と活動主体を連携させる。

また、活動主体は担当者に作業指示を依頼した後担当者から作業指示がなされないとき、要求者から与えられた予定のとおり作業ができるようにするため、担当者に対して早く作業指示を与えるように要求することができる (Coordinateプロセス)。

### 3.3 責務分割による非定型作業の定式化

#### (1) 非定型作業の責務分割法

非定型作業の作業手順は、多様であり、対象となる非定型作業の種類が異なる場合表層的に異なる形式で表現されることが多く、OSCARプロセスモデルを用いた表現が複雑になり変更が難しくなる。非定型作業支援システムの構築法を作成するにあたっては、非定型作業を表現する枠組みが必要である。筆者らは活動主体の非定型作業における個々の作業の目的に注目して、図4のように非定型作業を、①課題獲得責務、②定式化責務、③解決策策定責務、④情報管理責務の4つの責務に分割することにより、各責務を実行する作業手順を単純化し、非定型作業手順を表現するための枠組みとする (表4)。さらに、OSCARプロセスモデルを用いて責務の作業手順を表現することにより、作業手順として記述すべき活動プロセス要素が明らかになることから、多様な業務の遂行手順を容易に表現可能となる。

#### (2) 詳細活動主体を用いた非定型作業の定式化と具体化

責務を実行する主体を詳細活動主体と呼ぶ。担当者の職務により担当者が実行する責務は限定されるため、

表 4 非定型作業の責務分割  
Table 4 Responsibilities of non-routine work.

責務	責務の内容	生産スケジュール作成の例
課題獲得	当該役割空間に求められる検討課題を獲得する	ユーザの注文情報を獲得する
定式化	課題獲得責務で獲得した課題を解決策が検討できるように定式化する	ユーザの注文情報から生産ロット(一ヶ月分の生産要求)を決定する
解決策策定	定式化された課題を解決するための解決策を策定し、他の活動主体と合意形成を行い解決策を決定する	3つのエージェントが一ヶ月分の生産要求を読み込み生産スケジュール案を作成し、全員で合意の取れた生産スケジュールを作成する
情報管理	解決策策定のための情報を収集し、提供する。	攪拌釜や充填装置、原材料に相当するエージェントが現在の稼動状況を解決策策定担当エージェントに伝える

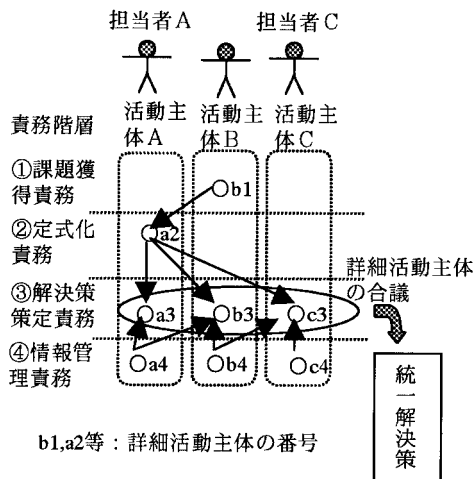


図 4 4 階層分割による非定型作業の進め方  
Fig. 4 Non-routine work procedure using 4 responsibilities.

1 つの責務のみを担当する担当者も存在する。詳細活動主体が相互に連携して実行する非定型作業の手順を以下に示す(図 4)。

- ① 課題獲得責務：b1(以下 b1, a1 等は図 4 の詳細活動主体の番号を示す)は課題を構成するための情報を収集し (Action プロセス), a2 に転送する (Action プロセス)。
- ② 定式化責務：a2 は得られた情報から解決策策定要件を作成し (Action プロセス), a3, b3, c3 に転送する (Action プロセス)。
- ③ 解決策策定責務：a3, b3, c3 は a4, b4, c4 から必要な情報を取得し (Action プロセス), それぞれの解決策を策定する (Action プロセス)。次に a3, b3, c3 は各自作成した解決策を基に検討し、全員が合意する解決策 (合意案と呼ぶ) を決定する (Action プロセス)。

- ④ 情報管理責務：a4, b4, c4 は情報を収集し管理する (Action プロセス)。a3, b3, c3 の要求に対して情報を提供する (Action プロセス)。

#### 4. エージェントを用いた企業情報通信システムの構築法

##### 4.1 企業情報通信システムアーキテクチャ

企業情報通信システムは、使用者である要求者と担当者、ならびに情報管理を容易にするための機構に注目して、ネットワークで接続された要求者サブシステム、担当者サブシステム、役割空間データベースサブシステムから構成する。企業情報通信システムのアーキテクチャを図 5 に示す。

##### (1) 要求者サブシステム

業務生成部は役割空間の設置や解放、担当者サブシステムに対する役割空間への参加依頼や業務終了連絡を行う (Order プロセス)。また、データベースサブシステムに対して、役割空間定義情報を提示する (Order プロセス)。報告部は成果物を要求者に提示する処理を行う (Report プロセス)。

##### (2) 担当者サブシステム

人間社会の非定型作業の進め方をそのままコンピュータ上に実現するため、担当者サブシステム上で活動する詳細活動主体は自律的に稼動するエージェントプログラム<sup>7)</sup>として実現する。これにより担当者の個性を作業手順に明示的に反映でき、コンピュータ上の作業に対して人間が容易に介入できるようにするところに、本企業情報通信システムの処理方式の特徴がある。

エージェント生成部は、担当者の指示に従ってエージェントプログラムの生成と削除を行う (Order プロセス)。担当者が複数の責務を担当するとき、それぞれの責務を担当する複数のエージェントプログラムが当該担当者サブシステムの上に存在する。

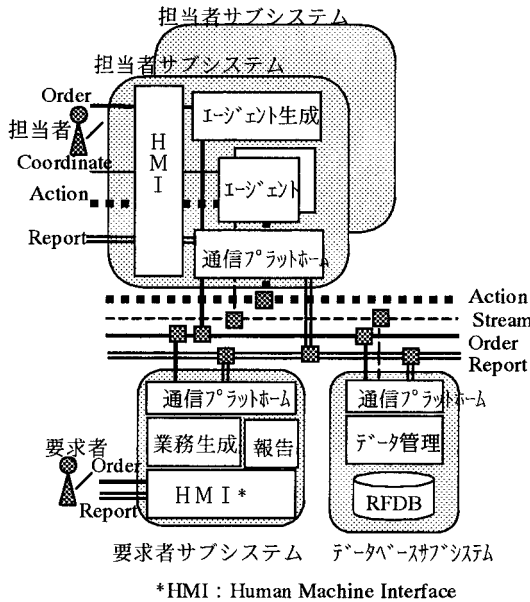


図5 企業情報通信システムのアーキテクチャ

Fig.5 Architecture of the enterprise information and telecommunication systems.

\*HMI: Human Machine Interface

エージェント部は、課題の解決策を立案し、他のエージェントと協調して合意案の作成を行う。また、役割空間の外部から情報を収集・選択し (Action プロセス), 担当者に提示する (Coordinate プロセス)。エージェントの動作の詳細はエージェントプログラムの構造とともに 4.3 節で述べる。

(3) データベースサブシステム

データ管理部は要求者サブシステムから送られる役割空間定義情報や担当者サブシステムからの業務の中間成果物や最終結果の成果物を RFDB に格納し (Stream プロセス), 適時要求者や担当者に提示する (Report プロセス, Stream プロセス)。

4.2 マルチエージェント間の協調方式

担当者サブシステムは担当者が担当する責務を実行するエージェントを装備する。各責務を担当するそれぞれのエージェントを課題獲得担当エージェント, 定式化担当エージェント, 解決策策定担当エージェント, 情報管理担当エージェントと呼ぶ。

エージェント間の協調方式は以下の 2 種類であり, Action プロセスを用いて実現される。

- (1) 同一責務を担当するエージェント間の協調方式  
責務担当者の統一した作業成果物を得るため, エージェントは合意形成による協調を行う。協調動作中, 担当者が介入し協調過程を制御できるところに本システムの特徴がある。

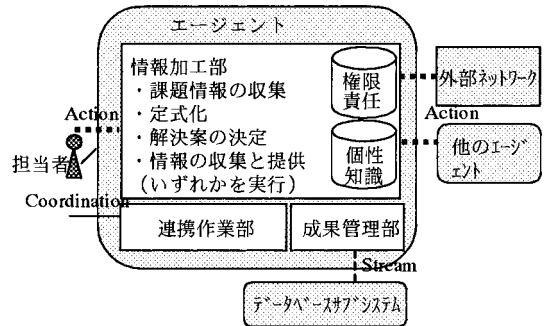


図6 エージェントの内部構造

Fig.6 Structure of agent program.

表5 情報加工部の処理機能

Table 5 Functions of information processing parts.

エージェント種類	処理機能
課題獲得担当エージェント	課題情報の収集
定式化担当エージェント	課題情報からの解決策策定要件の作成
解決策策定担当エージェント	個性と知識に基づく解決策の策定と, 他の活動主体を構成する解決策策定担当エージェントとの協議による解決策の決定
情報管理担当エージェント	解決策策定担当エージェントや実世界の担当者からの要求に応じて提供する情報の収集と提供ならびに保管

- (2) 異なる責務を担当するエージェント間の協調方式  
責務担当者は単に情報の送受信による協調を行う。

4.3 エージェントの内部構造と実行形態

エージェントプログラムの変更を容易にするため, エージェントの活動プロセス要素 (Action プロセス, Coordinate プロセス, Stream プロセス) を実行する情報加工部, 連携作業部, 成果管理部の 3 つの部分からエージェントプログラムを構成する (図 6)。

- (1) 情報加工部  
課題獲得担当エージェント, 定式化担当エージェント, 解決策策定担当エージェント, 情報管理担当エージェントの情報加工部の処理は, 表 5 の機能を実行する (Action プロセス)。
- (2) 連携作業部  
連携作業部はエージェントが他の活動主体を構成するエージェントと効率良く協調するため, またエージェントの作業の遅れが生じないようにするため, 実世界の担当者と情報交換を行う (Coordinate プロセス)。

### (3) 成果管理部

成果管理部は情報加工部で作成された中間成果物や最終成果物をデータベースサブシステムに転送する(Streamプロセス)。また,成果管理部は担当者サブシステム起動時に,データベースサブシステムからの業務再開に必要な情報を取得し,協調部や情報加工部に転送する(Streamプロセス)。

## 5. 協議と多数決を用いた合意形成法

### 5.1 合意形成の基本的な考え方

2.1節で述べたように,実世界における非定型作業では解決策策定担当者が解決案を会議等の作業場に持ち寄り,その場で合意形成することにより解決策を決定する。しかし,合意形成の方式は,説得や妥協,協議,多数決等多様なものが使用される。本企业情報通信システムでは,担当者が要求者から指定される合意形成法をActionプロセスとしてエージェントに実装するため,多様な合意形成の方法を実現できる。以下では合意形成方式の例として,解決策策定者が各自の解決策案を示して協議を行い,その後多数決により解決策を決定するという,民主主義社会で実施されることが多い代表的な手順を示す。

### 5.2 協議と多数決による合意形成プロトコル

#### (1) 貸し借り値を用いた協議手順

以下では,1人の相手に対して自分の案を提示し,その案を自分の案として採用するよう依頼する協議について述べる。他の形式の協議についても,Actionプロセスを用いて同様な手順で実現できる。一般に協議の手順は多様であるが,ここでは「相手に借りがあり,かつ,相手の案を採用したとき損害が許容値以下なら相手の意見を採用する」という協議方式を採用する。

協議の手順を図7に示す。システムの運用開始時,最初の協議要求者(議長と呼ぶ)は権限の最も大きい活動主体とする。最初の協議要求者となる機会を均等にするため,議長は権限の大きい順番に従った持ち回り制とする。解決策が決定されたとき,次の活動主体に議長役を移行させる。

① エージェントA(以下,Aと呼ぶ)はエージェントB(以下,Bと呼ぶ)を協議の相手に選ぶとする。  
 ② BはAの案を採用したときに被る損害を算定し,損害が許容できるかどうかを判定する。このときBは個性として所有している損害許容判定基準値を使用する。  
 ③ Bは相手の案を採用できないと判断したとき,Aに協議の打ち切りを伝える。このとき協議要求者を次のエージェントに替え,新たに協議を開始する。すべ

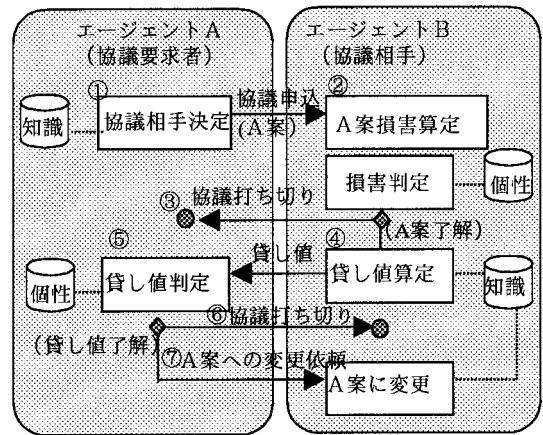


図7 協議手順

Fig. 7 Procedure of discussion.

ての貸しのあるエージェントとの協議を終了したとき多数決による合意形成に移る。一方,④Bは相手の案を採用可能と判断したとき,採用の代価となる貸し値を算定しAに伝える。⑤AはBから示された貸し値を判定し,Bに案の改訂を依頼するかどうかを決定する。このときAは個性として所有している貸し値許容判定基準値を使用する。⑥AはBから提示された貸し値が許容値を超えるとき協議打ち切りをBに伝える。このとき協議要求者を次のエージェントに替え,新たに協議を開始する。すべての貸しのあるエージェントとの協議を終了したとき多数決による合意形成に移る。⑦Aは貸し値が許容値を超えないときBに自分(A)の案に変更するよう依頼する。損害の算定,損害の許容判定,貸し値の算定,貸し値許容判定は情報加工部のActionプロセスのプログラム中に記述された処理手続きに従って実行される。

#### (2) 信頼点,権限を用いた多数決手順

本合意形成で用いる多数決の手順を図8に示す。

① 議長は関連する他のエージェントに対して解決策の提示を要求し,他のエージェントから提示された解決策に基づいて採決を行う。裁決の結果,②賛同者が最も多い解決策が存在するとき,当該解決策は合意された解決策として,他のエージェントに伝達されるとともに,データベースサブシステムに格納される。また,合意案の提案者や合意案に賛同した活動主体には信頼点(それまで採用された解決策を提案した回数)が1点加点される。一方,③賛同者の最も多い案が複数あるとき,それらの賛同者の中で最も高い信頼点を持つエージェントの案を合意案とする。この合意案も複数あるとき,それらの中で要求者によって与えられた権限の高いエージェント(要求者はすべてのエージェン



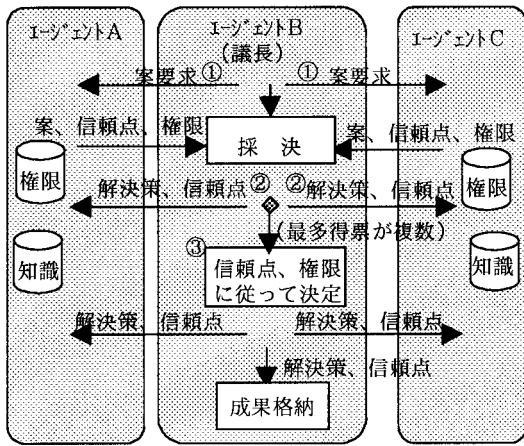


図 8 多数決手順

Fig. 8 Procedure of majority decision.

トに異なる権限を与える)の案を合意案とする。信頼点は合意案と同一の案を提案したすべてのエージェントに1点加算され、当該エージェントの知識として記憶される。合意案以外の案を提示したエージェントは合意案を受け入れ、まだ結審していない課題の解決策の見直しを行う。合意案は作業の成果物として成果管理部がデータベースサブシステムに格納される。

6. 生産スケジュール作成システムの試作

6.1 試作の目的

生産スケジュール作成システムを試作する目的は、企業情報通信システムのアーキテクチャおよびエージェントの実現可能性について検討するためである。特にシステムが正しい解を与えること、ならびに、オフィスワークの4つの特徴が実現可能であることを明らかにする。

試作にあたって、エージェントが連携して合意形成を行う機構が重要であることから、次の機能を実現する。(1) 複数の解決策策定担当エージェントが定式化された課題情報を取得し、情報管理担当エージェントから得た情報を用いて生産スケジュール案を作成する機能、(2) 解決策策定担当エージェントどうして協議と多数決を行い合意した生産スケジュールを作成する機能。

エージェントは担当者サブシステム上に人手で実装し、また、RFDBは担当者サブシステム上に表の形式で実装する。

6.2 生産スケジュールの特徴

潤滑油の生産方式は潤滑油の作成依頼(注文)を受け、製品を生産する受注生産型である(図9)。注文

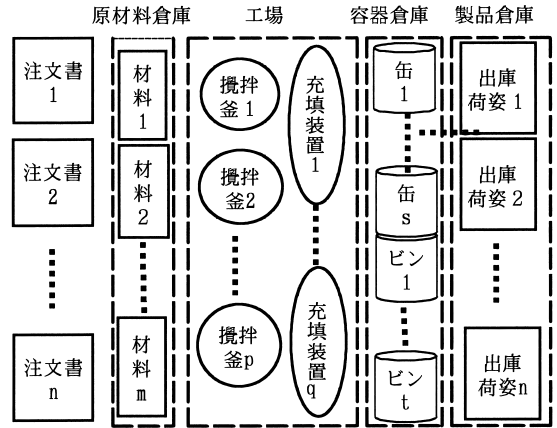


図 9 潤滑油生産工場

Fig. 9 Factory constitutions of lubricating oil production.

表 6 生産スケジュール表の例

Table 6 An example of schedule table.

攪拌釜	10日	11日	12日	13日	14日	.....	翌月9日
1	製A1 100 充p1	製A1 110 充p1	製A2 120 充p1	潤滑油種類			製D1 200 充p1
2	製A1 250 充p1	製B3 200 充p2	製B1 220 充p2	生産量			製B1 110 充p2
.....				充填装置名			
n	製B2 100 充p3	製C1 150 充p3	製C1 110 充p3				予定なし

書には、生産する潤滑油の種類と生産量、使用する容器種類等が記述されている。注文は生産ロット(生産完了期限と潤滑油種ごとに、ユーザ名と生産量、使用容器名等をまとめた生産要求単位)にまとめられ生産スケジュールに組み込まれる。潤滑油は多種類の原材料を攪拌釜で混合して生産される。生産された潤滑油は充填装置で指定された容器に格納され製品となる。製品は注文書で指定された複数種類の製品と一緒に荷造りされ、倉庫に一時保管された後出荷される。

生産スケジュールは、1カ月間の何日、どの攪拌釜と充填装置を使用して、どの生産ロットをどれだけ生産するかを決定したものである(表6)。

潤滑油生産作業の特徴として、原材料や製品の在庫量を最小化が求められることや、以下のことがあげられる。

(1) 少量多品種の受注生産型生産である

潤滑油の種類は約500種類、原材料は約480種類と多い。

表 7 詳細活動主体の担当者と所有情報  
Table 7 Operator of agent and attribute of agent.

責務分類	担当者 (責務担当エージェント)	所有情報			
		権限	責任	個性	知識
課題獲得	注文受け付け担当 (受付エージェント)	8	1	なし	生産ロット
定式化	なし	—	—	—	—
解決策策定	生産コスト最小生産スケジュール作成担当 (コスト最小エージェント)	1	1	・生産スケジュール作成手順 ・協議, 多数決	・生産スケジュール案 ・貸し値 ・信頼点
	ユーザ数最大生産スケジュール作成担当 (サービス最大エージェント)	2	1	手順 (含む, 損害算定式, 損害許容判定基準値, 貸し値算定式, 貸し値許容判定基準値)	・議長 ・潤滑油生産レシビ
	期間最短生産スケジュール作成担当 (期間最短エージェント)	3	1		
情報管理	攪拌釜管理担当 (攪拌釜エージェント)	4	1	・攪拌能力 ・洗浄特性	・前回攪拌油種
	充填機管理担当 (充填機エージェント)	5	1	・充填能力 ・洗浄特性	・前回充填油種
	原材料管理担当 (原材料エージェント)	6	1	・残量限界値	・在庫量
	容器管理担当 (容器エージェント)	7	1	・残量限界値	・在庫量

- (2) 連続量と離散量を同時に扱わなければならない攪拌釜は前回生産した潤滑油種が異なるとき、使用する前に洗浄が必要であり、また充填装置は前回生産した潤滑油種が異なるとき、充填装置内に残存する前に作成した潤滑油を装置から押し出し廃棄する(端切と呼ぶ)が必要である。洗浄や端切を扱うための連続量の処理と使用する攪拌釜や充填装置、容器や荷姿を扱う離散量の処理の連携が必要である。
- (3) ダイナミックな生産プロセスの変更が必要である  
攪拌釜や充填装置はそれぞれ洗浄や端切が必要になったりするため、緊急対応が必要な注文が入ったり、生産のやり直しが必要になったりしたとき、ダイナミックな生産プロセスの変更が必要になる。
- (4) 目標を同時に満たすための条件が相反する  
生産スケジュールを作成するうえでの目標は、(a) 生産コストを低くする、(b) 製品の出荷対象ユーザ数(サービス数)を多くする、(c) 生産して出荷するまでの期間を短くするの3つである。それぞれの目標を達成する生産プロセスは相反することがある。

### 6.3 合意形成を用いた生産スケジュール作成法

潤滑油生産工場における生産スケジュールは、上記の3つの目標をできるだけ均等に満足するように作成

する必要がある。本試作システムでは、生産スケジュール作成法を以下のように定式化する。

#### (1) 要求者と担当者、詳細活動主体、RFDB表の設定

生産スケジュール作成担当者を生産スケジュール作成業務の要求者と考える。要求者が、注文受け付け担当者、生産コスト最小を目標とする生産スケジュールの作成担当者、出荷対象ユーザ数最大を目標とする生産スケジュールの作成担当者、生産期間最短を目標とする生産スケジュールの作成担当者、また攪拌釜や充填機、容器、原材料を管理するそれぞれの担当者を選択する。それぞれの担当者には表7に示す詳細活動主体の役割を与える。本試作システムでは、生産スケジュール作成担当者が作成した生産ロットを使用できるため、課題の定式化が不要となり定式化責務の担当者は使用しない。また、各責務担当者の所有する権限や責任、個性、知識を表7に示す。ここで、コスト最小エージェントの権限の値を1にすることにより、当該エージェントが最も決定権限が高いことを示す。また、責任の値を1にすることにより、担当者からの作業指示待ち期間が1時間であることを示す。

RFDB表には役割空間に関する情報(表1)のうち、リソースに関する活動主体名、権限、作成途中の生産スケジュール表や最終結果の生産スケジュール表を格納する。

(2) スケジュール作成処理手順

スケジュール作成処理手順を以下に示す(図10)。

- ① 課題獲得エージェントは翌日から1カ月後までの生産ロットを読み込み、解決策策定エージェントに提示する。
- ② 解決策策定エージェントは各自の個性に基づいて1カ月分の生産スケジュール案を作成する。
- ③ 翌日から順に生産日を設定する。
- ④ 攪拌釜には番号が付けられており、1番の釜から順番に以下の手順で当該釜で処理する生産ロット

を決定する。

- ⑤ 図8で示した手順に従って、当該釜で処理すべき生産ロットについて協議を行う。このとき使用する損害算定式、損害許容判定基準値、貸し値算定式、貸し値判定基準を表8に示す。損害算定式の係数値と損害許容判定基準値、貸し値算定式の係数値、貸し値判定基準値は担当者により更新されるものである(Coordinateプロセス)。協議相手が協議要求者の案への変更を了解したとき、協議要求者は協議相手に対する貸し値を要求された分だけ削減する。協議相手は協議要求者に対する貸し値を要求した分増加する。さらに、協議対象となった生産日と攪拌釜の生産ロットを協議要求者の案に修正した後、まだ協議を行っていない生産スケジュールの部分について生産スケジュールの再構成を行う。

一方、協議相手が協議要求者の案への変更を了解しなかった場合、5.2節で述べたように協議要求者を替えて協議を進める。

- ⑥ 協議が打ち切られた場合図8に示した手順に従って、議長役の解決策策定エージェント(最初は権限が最も高いコスト最小エージェント、次回はサービスエージェント)が当該生産日の当該釜で処理する生産ロット案を全解決策策定エージェントから収集し採決を行う。最多得票を得た生産ロットを合意された当該生産日の当該釜の生産スケジュールとする。また最多得票数が同数のとき、信頼点や権限を使用して5.2節に示した方法で生産ロットを決定する。決定された生産ロットは中間成果物としてRFDB表に格納される。採用された案を提案した解決策策定エージェントは信頼点が1点加点される。採用されなかった案を提案した解

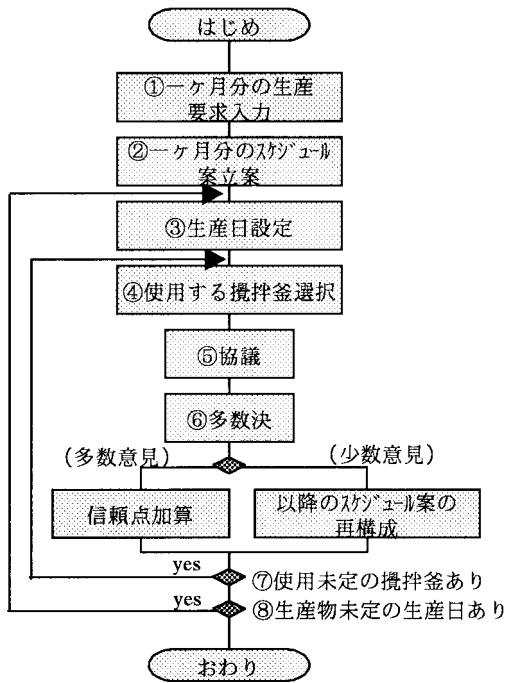


図10 生産スケジュール作成手順

Fig. 10 Procedure of production scheduling.

表8 協議に使用する諸式

Table 8 Equations used in council.

エージェント	損害算定式	貸し値算定式	判定基準値
コスト最小エージェント	(損害値) = (原案のコスト) - (変更要求されたスケジュール案のコスト)	(貸し値) = [(損害値) / (原案のコスト) * 100]	①損害許容判定基準: 原案の値の1割に相当する損害値 ②貸し値許容判定基準値: 担当者が決定
ユーザ最大エージェント	(損害値) = (原案のユーザ数) - (変更要求されたスケジュール案のユーザ数)	(貸し値) = [(損害値) / (原案のユーザ数) * 100]	
期間最短エージェント	(損害値) = (原案の期間) - (変更要求されたスケジュール案の期間)	(貸し値) = [(損害値) / (原案の期間) * 100]	

[ ] は小数点以下四捨五入し値を整数化

表9 オフィスワークの特徴の実現法

Table 9 Realization mechanisms for characteristics of future office work.

	個人を中心とした組織全体の効率化	非定型作業の自動化	必要情報の自動入手	実世界と仮想世界の連続的な連携
役割空間モデルの導入	・担当者の権限や責任、成果物、協調した作業の名(表6.2)をRFDB表に格納し、組織としての活動の枠組みを与えた。	・協議と多数決による合意形成法を用いて生産スケジュールを作成した。 ・RFDB表に担当者名、権限、責任、協調法、成果物(表6.2)を格納し業務の枠組みを与えることにより、エージェントが業務遂行中参照できるようにした。	・RFDB表には各生産ロットの生産スケジュールが決定されるたびに格納される。	・実世界の担当者が仮想世界(役割空間)上のエージェントと連携して業務を遂行できるようにした。
活動主体モデルの導入	・責務を担当するエージェントに、それぞれ個性や知識(表6.2)を装備した。エージェントは個性や知識に従って他のエージェントと協調して生産スケジュールを自動的に作成した。	・責務の単位に作業を分割し、各責務を担当するエージェントを用意した。エージェントの活動手順はStreamプロセス, Coordinateプロセス, Actionプロセスに分けて記述した。各プロセスの記述は記述項目が限定され、単純化されている(業務の多様性への対応)。 ・エージェントは担当者と連携して協議を行った(業務のダイナミック性への対応)。	・最小エージェント等は生産スケジュールを決定するたびに生産スケジュールをRFDB表に格納する。	・担当者の代理人であるエージェントが信頼点を用いて判断した結果から提示される問合せに応えることにより、担当者の意向に沿った協議ができるようにした。
OSCARプロセスモデルの導入	O	・エージェントとRFDB表の実装は人手で行った。		
	S	・作成途中の生産スケジュール表はRFDB表に格納されたとき、自動的に担当者システムの画面上に表示した。		
	C		・担当者からの指示により、最小エージェント等が許容判定基準(個性)を変更できる仕組みを実装し、担当者と連携した活動ができるようにした(業務のダイナミック性への対応)。	・担当者からの指示により、最小エージェント等が許容判定基準(個性)を変更できる仕組みを実装し、担当者の意向に沿って協議ができるようにした。
	A	・最小エージェント等は合意形成を行い組織全体としての業務遂行を自動化し、業務を効率化した。	・最小エージェント等には信頼点の増加状況を判定する仕組みを実装した。信頼点が増加しないことが5回連続して発生したとき、Coordinateプロセスに依頼して担当者の意向を確認可とした(業務のダイナミック性への対応)。 ・RFDB表の情報と各エージェントが個別に持つ個性や知識情報(表6.2)のみを用いて、各責務を担当するエージェントに関して、生産ロットの入力、生産スケジュール案の作成や協議と多数決による生産スケジュールの決定、攪拌釜等の情報の管理を行う手続きを実装した。各プロセスの記述は記述すべき事柄が限定されて、単純化されている(業務の多様性への対応)。	・議長役のエージェントは生産スケジュールを決定したとき、生産スケジュールをRFDB表に格納するようStreamプロセスに依頼する。
R	・最小エージェント等Actionプロセスの手続きの中で、RFDB表が更新されるたびに内容を表示した。			

決策策定エージェントは信頼点が与えられず、採決の対象となった生産日と攪拌釜の生産ロットを合意された生産ロットに修正した後、まだ協議を行っていない生産スケジュールの部分について生産スケジュールの再構成を行う。

- ⑦ ⑧まだ処理すべき生産ロットが決まっていない攪拌釜や生産日があるときは次の攪拌釜や生産日を設定し、③、④から処理を繰り返す。

6.4 生産スケジュール作成システムの評価

システムの中核となる合意形成機構として課題獲得エージェント、解決策策定担当エージェントならびに情報管理担当エージェントを1台のパーソナルコンピュータ上に実現した。各エージェントプログラムはJava言語で記述されており、規模は解決策策定エージェントは約1000行、課題獲得エージェントは約200行、情報管理エージェントは500行である。OSCAR

プロセスはエージェントプログラム中にJava言語を用いて実装されている。

作成された生産スケジュールは、手作業で作成したものと同質のものが得られるため、潤滑油生産工場のスケジュール作成担当者から実際の生産スケジュール作成業務に適用可能であるとの評価を得ている。このことから協議、多数決による合意形成機構の実現可能性を確認することができた。

最後に、2.1節に示した21世紀のオフィスワークの特徴と本試作システムの間係を表9に示す。これにより、役割空間モデル、活動主体モデル、OSCARプロセスを用いることで、21世紀のオフィスワークの特徴が実現可能であることを確認することができた。なお、ネットワークからの必要な情報を自動収集する機能の基本部は、担当者から指定された時期に、指定された情報収集先からインターネットを介して情報を取

集する Action プロセスと、情報を担当者に提示する Coordinate プロセスにより容易に実現可能であると考える。これにより、企業情報通信システムのアーキテクチャおよびエージェントの実現可能性を確認することができた。

## 7. おわりに

21 世紀のオフィスワークを実現する企業情報通信システムの構築法を確立するため、役割空間モデル、活動主体モデル、OSCAR プロセスモデルからなるオフィスワークモデルを考案し、オフィスワークモデルをベースにエージェントを用いたシステムの構築法を提案した。さらに、生産スケジュールシステムを試作し、本システム構築法による企業情報通信システムの実現が可能であるとの見通しを得た。実現される企業情報通信システムの特徴は以下のとおりである。

### (1) 個人を中心とした組織全体の効率向上

役割空間上で個人的に活動する複数の活動主体を OSCAR プロセスを用いて協調動作させた。活動主体には個人の意図(個性と知識)と組織の意図を表現する情報(責任と権限)を持たせることにより、個性重視の活動と組織の意図を反映する活動を明示的に扱えるようにした。

### (2) 非定型作業の自動化

非定型作業を 4 つの責務に分割し、活動主体を責務担当(詳細活動主体)に分割し、多様な非定型作業を OSCAR プロセスを用いて容易に実行可能とした。

### (3) 必要情報の自動入手

役割空間(データベースサブシステム)に作業過程の情報を蓄積し、新規に業務に参加した担当者に対し最新の情報を自動的に提供する機構を提案した。また活動主体が担当者の代わりに役割空間の外から情報を収集し担当者に提示する機構を提案した。

### (4) 実世界と仮想世界との連続的な連携

エージェントを作業担当者の代理人として活動させることにより、エージェントが業務遂行を効率良く行うため担当者に問合せを行う機構と、担当者が問合せに対してエージェントに動作を指示する機構を考案した。

今後の課題は以下のとおりである。

- (1) ネットワーク上に分散配置されたコンピュータ上の役割空間におけるエージェントの合意形成を可能とする通信プラットフォームの実現方式の開発を行う。
- (2) ネットワーク上から必要な情報を自動的に収集する機構として、担当者が活用した情報の特徴

を記憶し、収集した情報を選択して提供する機能の実現を図る。

- (3) エージェントの実現を容易にするため、OSCAR プロセス記述言語の開発を進める。
- (4) エージェントが音声、静止画、動画等多様な情報を扱えるようにするため、エージェントの位置の隠蔽とメディアの隠蔽、メソッドの隠蔽を行いマルチメディア情報をコンピュータ間で効率良く通信可能とする通信プラットフォーム<sup>8)</sup>上に本システムを構築する仕組みを実現する。

謝辞 論文作成にあたりご指導いただいた東北大学電気通信研究所木下哲男先生、21 世紀のオフィスワークおよびオフィスワークモデルについて議論していただいた富士通株式会社鍋田政志課長、岩見泰夫氏、永山泰文氏、富士通関西通信システム株式会社喜多村彰三取締役、本方式の適用対象を提供していただき実行結果について検討・評価をしていただきました日本石油加工株式会社米村明治部長、斎藤哲次課長に深謝いたします。

## 参 考 文 献

- 1) 藤田 茂, 菅原研次, 木下哲男, 白鳥則郎: 分散処理システムのエージェント指向アーキテクチャ, 情報処理学会論文誌, Vol.37, No.5 (1996).
- 2) 白鳥則郎, 菅原研次, 木下哲男, 藤田 茂, 菅沼拓夫: ADIPS: エージェント指向プログラミング環境とその応用, 電子情報通信学会誌, Vol.81, No.2 (1998).
- 3) 庭野栄一, 千田昇一, 藤原 進, 岡本克也, 寺本昌弘, 城谷貴志, 前田清美: CASA: 実世界指向分散エージェントシステムアーキテクチャ, 電子情報通信学会情報・システムサイアティ大会「ソフトウェアエージェントとその応用」シンポジウム講演論文集 (Sep. 1997).
- 4) Iwami, Y., Nagayama, Y., Nabeta, M. and Fujimoto, H.: Multimedia network architecture for supporting the lifestyle in the twenty-first century, *PTC'98* (1998).
- 5) 江谷為之, 神田恭典, 中村公治, 下地 寛, 喜多村省三, 藤井善信, 藤本 洋: オフィスワークモデルに基づく企業情報通信システムの提案, 電子情報通信学会, SSE94-220 (1998).
- 6) 岩見泰夫, 永山泰文, 鍋田政志, 武内 惇, 藤本 洋: 21 世紀のライフスタイルを支援するマルチメディアネットワークアーキテクチャ, 電子情報通信学会第二種研究会, ネットワーク社会とライフスタイルワークショップ(第 2 回)資料, N&L2 (Mar. 1998).
- 7) 木下哲男, 菅原研次: エージェント指向コンピューティング, ソフトリサーチセンター (Oct. 1995).

- 8) Nagayama, Y., Iwami, Y., Nabeta, M., Takeuchi, A. and Fujimoto, H.: Object-Oriented Design Methodology based on Functional Layers for Distributed Communications Systems, *ECBS99* (Mar. 1999).

(平成 11 年 4 月 5 日受付)

(平成 12 年 1 月 6 日採録)



武内 惇 (正会員)

昭和 21 年生。昭和 45 年日本大学理工学部電気工学科卒業。昭和 47 年北海道大学大学院電子工学専攻修了。同年より沖電気工業(株)に入社。以来、ソフトウェア生産技術の開発に従事。平成 4 年より日本大学工学部情報工学科助教授。組織体モデル、要求工学、マルチエージェントシステム、およびオブジェクト指向技術に興味を持つ。電子情報通信学会、人工知能学会、IEEE 各会員。



藤本 洋 (正会員)

昭和 16 年生。昭和 40 年日本大学理工学部電気工学科卒業。同年より東京大学生産技術研究所に勤務。昭和 44 年富士通(株)に入社。以来、通信システム(特に電子交システム)のソフトウェア開発に従事。平成 7 年より日本大学工学部情報工学科教授。博士(工学)。情報通信システムの開発・生産技術に関する研究に従事しており、組織体モデル、マルチエージェントシステム、オブジェクト指向、およびコデザイン技術に興味を持つ。電子情報通信学会、IEEE 各会員。