

## ワークウェブシステムの実現

垂水浩幸 石黒義英 田淵 篤 吉府研治  
喜田弘司 朝倉敬喜

{tarumi,ishiguro,tabuchi,yoshifu,kida,asakura}@obp.ci.nec.co.jp

**NEC**

関西 C & C 研究所

従来のワークフローシステムは、個々の業務を制御することにのみ注目してきた。しかし現実のオフィスには複数の業務が存在し、それらの業務はヒト、モノ、カネのリソースの量によって互いに制約されている。ここで提案する“ワークウェブシステム”は、ワークフローシステムを拡張してリソースの制約も監視、制御できるようにし、複数の業務にまたがる管理・制御を可能にするものである。本稿ではワークウェブの概念を簡単に説明した後、Windows 上での実現方式の概要について説明する。

## An Implementation of the WorkWeb System

Hiroyuki Tarumi, Yoshihide Ishiguro, Atsushi Tabuchi, Kenji Yoshifu,  
Koji Kida, Takayoshi Asakura

**NEC**

Kansai C&C Research Labs.

Current workflow systems define and control each workflow independently. However, real office workflows depend on one another because there exist resource constraints. The “Work-Web System” we proposed in our previous paper is an expansion of workflow system, which is enabled to manage and control office common resources. This paper describes our implementation of WorkWeb System on Windows, after a brief description of WorkWeb System concept.

## 1 はじめに

グループウェアの一形態として、ワークフローシステム [1, 2] が注目されはじめてから早くも数年が経過した。最近では国内でもワークフローシステムの市場が確立しつつあり、適用事例も発表されてきている [3, 4]。一方、最近の研究事例としては、ワークフローをより柔軟に変更できるようにする仕組みの研究 [5, 6] や、タスクの実行者を割り当てる方式の研究 [7] などがある。

我々は、これらとは別の観点から、次世代ワークフローシステムの研究開発を行っている。それがワークウェブシステム (WorkWeb System) である [8]。これは、従来のワークフローシステムが、単一種類の業務しか管理していないという点に着目し、複数の業務にまたがった開かれた管理を行うように発展させようとするものである。

本論文では、まずワークウェブシステムの概要について説明した後、Windows 上での実装状況について説明する。

## 2 ワークウェブシステムとは

### 2.1 ねらい

従来のワークフローシステムは、個々の業務の設計・運用・管理を業務毎に独立に行っているものであり、しかも主として「業務を予定通り遂行する」という管理者の論理で動作するシステムである。そのため、

- 複数の業務がリソース (ヒト、モノ、カネ等) を奪い合うことによって生ずる相互干渉が考慮されていない。
- 個人の立場から見ると、一方的に業務を命じられるものとなっており、裁量性に欠ける。

という問題がある。

これらの問題は従来のワークフローシステムで主として取り扱われている、予め定義された定型のオフィス業務に限ったことではない。アドホックに行われている仕事の依頼等の非定型業務も含めた、オフィス業務システム全般に関わる問題である。

そこで我々は、オフィスに複数のエージェントを配置し、各エージェントにそれぞれのリソースの管理や業務の管理を行わせ、互いに干渉しながらそれぞれの目的を達成していく系としてワークウェブシステムを提案している。「ウェブ」とはワークフローが業務の流れ (縦系) を表現している

のに加え、複数の業務を横断的に見渡すビュー (横系) が存在するイメージ (図 1) である。

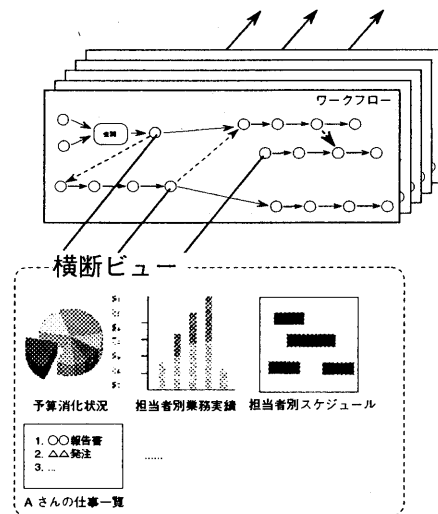


図 1: WorkWeb System のイメージ

言い換えると、ワークウェブシステムでは、個人の都合と組織の都合の調和を目指している。すなわち、個人の望む自由な裁量やわがままと、組織の望む成果のアウトプットとの調和である。

### 2.2 ワークウェブシステムの構成

図 2 に示したように、ワークウェブシステムでは、オフィスのリソースであるヒト (スケジュール)、モノ (会議室などの設備)、カネ (予算) を管理するエージェントが複数存在し、それらが互いに調整を行なう事によって、例えば、一人の担当者に仕事が集中する事態を防止する。

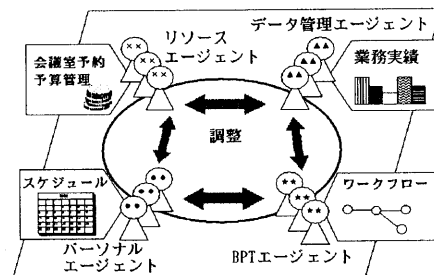


図 2: WorkWeb の概念

すなわち、ワークウェブシステムは、以下のよ  
うなエージェントで構成される。

**パーソナルエージェント** 各ユーザの秘書的な役割  
を果たすエージェントであり、そのユーザの  
時間リソースの管理を行う他、情報収集や整  
理などの支援も行う。

**リソースエージェント** モノ、カネなどのリソース  
を管理するエージェントである。

**データ管理エージェント** 組織の共有データを蓄積・  
管理するエージェントである。(文献[9]で  
GIM と呼んだもの)

**BPT エージェント** ワークフロー業務の制御、動  
的最適化を行うエージェントである [10]。

このうち、パーソナルエージェントと BPT  
エージェントがそれぞれ個人と組織の都合を代弁  
する代表的なエージェントであり、ワークフロー  
業務はこれらのエージェントの間でスケジュール  
の交渉を行いながら実行される。

ワークウェブの横糸をなす横断ビューという論  
点で述べると、パーソナルエージェントは、ある  
個人に対してその個人の関わっている複数の業務  
を横断するビューを提供し、リソースエージェン  
トは同一リソースを共有あるいは奪い合う複数の  
業務や個人についての横断的なビューを提供し、  
データ管理エージェントは、例えば「担当者別業  
務実績」のようにワークフロー業務から派生して  
生じるデータを蓄積したビューを提供する。

### 2.3 ワークウェブシステムにおけるエージェ ント間プロトコル

エージェント間のリソースの調整では、表1に  
示すようなプロトコルが使われる。ここで、RRA  
はリソースの要求者の立場、RMA はリソースの  
管理者の立場、AA は助言者の立場を示す。例え  
ばリソースエージェントは基本的に RMA、BPT  
エージェントは基本的に RRA であるが、パーソ  
ナルエージェントはすべての立場を取り得る。

例えば、AさんがBさんに仕事を依頼する場  
合、Aさんのパーソナルエージェントが RRA の  
立場、Bさんのパーソナルエージェントが RMA  
の立場をとり、前者から後者に対して作業依頼の  
プロトコルによる呼び掛けが行われる。

なお、助言の概念は本研究の特徴的なものであ  
るが、これについては他の文献 [8, 11] を参照され  
たい。

表 1: リソースに関するエージェント間プロトコル

RRA-RMA	空状況の問合せ、仮予約、本予約、利用開始、利用終了、作業依頼、キャンセル
RMA-RRA	作業完了、キャンセル
RMA-AA	助言依頼

### 2.4 パーソナルエージェント

パーソナルエージェントは、個人作業を代行す  
るが、代行する作業別に複数のサブエージェント  
から構成されている。(図3)

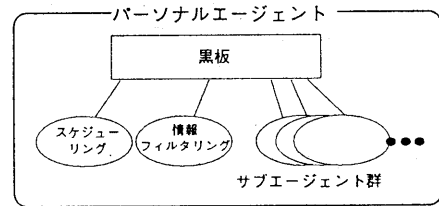


図 3: パーソナルエージェント

これらのサブエージェントは黒板と呼ばれる共  
有メモリを介して互いに情報を交換する。一つの  
サブエージェントの処理履歴などを他のサブエ  
ージェントが参考にすることができる。また、ワ  
ークウェブシステムから見ると、各サブエージェ  
ントは隠蔽されており、全体として一つのパーソ  
ナルエージェントとして認識される。これにより、  
パーソナルエージェントの構成をユーザ毎にカス  
タマイズする余地が生まれる。

また、パーソナルエージェント(に含まれる個々  
のサブエージェント)は個々の判断の場面におい  
て、ユーザに問い合わせを行ってもよいし、自動  
的な判断を行ってもよい。どのような場合に問い  
合わせ、どのような場合に自動的に判断するかを  
調節することにより、ユーザは個人の好みに合  
わせて判断の権限委譲ができる。例えば、サブエ  
ージェントの一種であるスケジュールリングエ  
ージェントの場合、会議などのスケジュールを入  
れるか否かの判断の場面においてこのことが言  
える。

### 3 Windows 上での実現

Windows NT 3.5 上にて、パーソナルエージェント、BPT エージェント、およびその間の通信機構を実現した<sup>1</sup>。以下に説明する。

#### 3.1 通信機構

通信には、二つのレベルがある。

1. パーソナルエージェント内のサブエージェント間の通信 (ローカル通信)
2. BPT エージェントとパーソナルエージェントの間など、ワークウェブシステムを構成するエージェントの間で行われる通信 (グローバル通信)

このうち、グローバル通信について説明する。グローバル通信は、他の計算機上のプロセスであるエージェントを宛先に指定した、1対1のメッセージ通信である。

相手エージェントの宛先表記には、URL の形式を応用した。プロトコル名は inalip である。例えば

```
inalip://xxx.co.jp/people/tarumi
```

と書くことで、ある人のパーソナルエージェントを指定する。URL 表記の採用により、将来的には全世界の人との協調作業が行えるはずである。また、WWW 等の既存の情報サービスとの連携にも便利である。

グローバル通信におけるメッセージのフォーマットは KQML[12] で規定される構文に従っている[11]。メッセージの種類は各エージェント毎に規定されており、BPT エージェント関連の場合、現在 18 種類ある<sup>2</sup>。

また、実装には、CORBA[13] の Windows NT 上での実現である NEC-ORB を採用しており、他 OS (UNIX 等) との連携も容易である。ただし、ORB は基本的に LAN の範囲のもので、WAN へのゲートウェイ機能が将来的には必要である。

#### 3.2 パーソナルエージェントの実現

パーソナルエージェントを構成する要素は、各サブエージェントとローカル通信を実現する「黒

<sup>1</sup>データ管理エージェントについても実現されているが、本稿では省略する。

<sup>2</sup>BPT エージェントが RRA の立場になって送受信するメッセージの種類の数。

板」である。

サブエージェントとしては以下のものが実装されている。

スケジューリングエージェント: ユーザのスケジュール (会議などの予定や、To-Do リスト) を管理する。

情報フィルタリングエージェント: 到着する電子メールの自動選別や読むべき電子ニュースの選択を、ユーザの興味に基づいて行う [14]。

対話エージェント: 複数のサブエージェントやアプリケーションの利用手順を、ユーザの作業目的に合わせて goal-oriented にナビゲートする。

グローバル通信エージェント: 各サブエージェントからの通信要求をグローバル通信に送り出す。逆に、パーソナルエージェント外部から入ってくるグローバル通信メッセージを、適当なサブエージェントに振り分ける。

一方、黒板は一つのプロセス (黒板プロセス) として実現されており、各サブエージェントは黒板プロセスと接続することにより、ローカル通信の手段を得る<sup>3</sup>。実際の通信には、Windows のプロセス間通信の手法である DDE が採用されている。ローカル通信はサブエージェント間で一対一のメッセージ通信として利用できる他、全サブエージェントへのブロードキャストも可能である。なお、メッセージの形態は、グローバル通信と同じく、基本的に KQML のメッセージ形式を踏襲している。

#### 3.3 BPT エージェントの実現

BPT エージェントは、実行されるワークフロー毎に一つ存在するプロセスである。各 BPT エージェントは自らが管理するワークフローについて、それが締切を守って運用されるよう計画し、各パーソナルエージェント (内のスケジューリングエージェント) に個別の作業、すなわちワークフローの各ステップを依頼する。

したがって、BPT エージェントは RRA の立場である。パーソナルエージェントは RMA の立場であり、ユーザの時間という資源を管理している。

以下に、BPT エージェントの動作の概要を示す。BPT エージェントから各パーソナルエー

<sup>3</sup>同一パーソナルエージェント内のサブエージェントが複数のマシンにまたがって存在することはない。

ジェントへは三段階のメッセージ送信(納期問い合わせ、予約、実際の作業依頼)によって作業が依頼される。(図4)

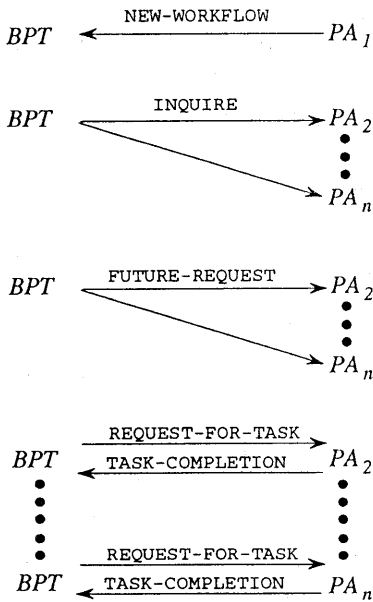


図4: BPT エージェントの動作概要

1. ワークフロー起動時に、ワークフローの第一ステップの実行者であるユーザのパーソナルエージェント (PA<sub>1</sub> とする) によって起動される。起動された BPT エージェントを BPT とする。
2. PA<sub>1</sub> から BPT に NEW-WORKFLOW というメッセージによって、ワークフロー定義が渡される。
3. BPT はワークフロー定義を解釈し、第二ステップ以降の作業実行者と、各ステップの締切を得る。ここで、第二ステップ以降の作業実行者のパーソナルエージェントを PA<sub>2</sub>, PA<sub>3</sub>, ..., PA<sub>n</sub> とする。
4. BPT は PA<sub>2</sub> に対して INQUIRE というメッセージを送り、作業を依頼した場合にそれが終了しそうな時刻を尋ねる。PA<sub>2</sub> はそれを予測し、回答する。
5. BPT は、PA<sub>2</sub> から得られた回答を、PA<sub>3</sub> に作業を渡す時刻とし、その時刻に作業を渡した場合に PA<sub>3</sub> が作業を終了しそうな時刻

を INQUIRE を用いて PA<sub>3</sub> に尋ねる。これを最後 (PA<sub>n</sub>) まで繰り返し、ワークフローの全ステップが終了する時刻を予測する。

6. 予測されたワークフロー終了時刻が、そのワークフロー自身の締切や、組織の目標 (これはデータ管理エージェントから得られる) に対して不都合であれば、ワークフロー運用の再計画を行う。(再計画については後述)
7. BPT は INQUIRE の代わりに FUTURE-REQUEST というメッセージを用いて再び PA<sub>2</sub>, ..., PA<sub>n</sub> に順に作業終了時刻を尋ねる。FUTURE-REQUEST と INQUIRE の違いは、FUTURE-REQUEST の場合パーソナルエージェント側で作業時間を予約しなければならない点である。
8. BPT は FUTURE-REQUEST によるワークフロー終了予測時刻が不都合であれば、再計画を行う。
9. BPT は PA<sub>2</sub> に対して REQUEST-FOR-TASK というメッセージを送り、実際に作業を依頼する。PA<sub>2</sub> は作業が終了すると TASK-COMPLETION というメッセージを BPT に送る。
10. BPT は、PA<sub>2</sub> が実際に作業を終えた時刻が当初の予測と大きく異なる場合、PA<sub>3</sub> 以降の予約を一旦キャンセルし、再計画を行う。
11. PA<sub>3</sub> 以降についても同様に、REQUEST-FOR-TASK による作業依頼を行っていく。

上記手順で、「再計画」となった場合、次の手順には進まず、ワークフローの運用に何らかの工夫を加えてワークフロー終了時刻が早くなるようにし、INQUIRE からやり直すことになる。ここで、工夫としては

- **各ステップ (PA<sub>2</sub>, ..., PA<sub>n</sub>) での締切変更:** INQUIRE, FUTURE-REQUEST, REQUEST-FOR-TASK 等の際には、当該ステップでの締切の目安を BPT 側から示すが、その値を変更する。
- **重要度の変更:** そのワークフローが重要であることを示し、PA<sub>2</sub>, ..., PA<sub>n</sub> に対してより優先的な処理を促す。
- **ルーティングの変更:** ワークフローの代理ルートが予め定義されている場合はそれを利用する。

等があるが、これらの方法を用いてもうまくいかない場合、ワークフロー管理者に警告を発する。

#### 4 おわりに

パーソナルエージェント内のスケジューリングエージェントは、そのユーザが依頼され得るすべてのワークフロー作業と、それ以外の作業や会議等の予定を統括して管理している。BPT エージェントは、パーソナルエージェントに対して将来の作業の納期問い合わせと作業予約のプロセスを予め踏むことにより、ワークフローの終了時刻を予測し、不都合があれば対策を立てる。すなわち、ワークフローの運用は他のワークフロー、他の作業との資源の奪い合いということを考慮して行われることになる。また、パーソナルエージェント側ではユーザの意図に合わせて仕事の拒否や納期交渉ができ、仕事の裁量性も確保できる<sup>4</sup>。以上により、ワークウェブシステムが実現できる。

今後は、各エージェントの実働試験、性能調査などを行うことにより、実用性を評価していく予定である。

#### 謝辞

熱心に議論していただき、適切な助言をいただいた宮下敏昭課長をはじめとする NEC 関西 C & C 研究所の諸氏に感謝します。また、BPT エージェントの実装においては、NEC 情報システムズ(株)の柳生弘之氏の多大な貢献があることをここに記し、謝意を表します。

#### 参考文献

- [1] 業務の連携を自動化、時間短縮と管理を実現、ワークフロー管理ソフトが日本でも利用可能に；日経コンピュータ 94 年 5 月 2 日号、pp.57-67
- [2] 垂水、岩崎：ワークフローシステム、日本ソフトウェア科学会チュートリアル「CSCW」資料(1994)
- [3] 垂水、金政、小笠原：ワークフロー技術とその応用、計測と制御、Vol.34, No.12 pp.932-936 (1995)
- [4] 横井、荒尾：ワークフローシステムによる新契約査定業務の改革、日立評論、Vol.77, No.6, pp.43-46 (1995)
- [5] 国島、上林：ワークフロー管理システム Work-FlowBase におけるワークフローデータモデル、情報処理学会データベースシステム研究会、DBS-104-41 (1995)
- [6] 瀧野、元田、川崎、山本：ワークフローに基づく業務記述モデルの適用実験、信学技報、KBSE95-12 (1995)
- [7] Bußler, C. and Jablonski, S.: Implementing Agent Coordination for Workflow Management Systems Using Active Database Systems, *Proc. IEEE 4th Int. Workshop on Research Issues in Data Engineering*, pp. 53-59 (1994)
- [8] 垂水、石黒、朝倉、田淵：ワークウェブシステムの提案 ~ワークフローを越えて~、情報処理学会グループウェア研究会、GW-12-10 (1995)
- [9] 吉府、田淵、垂水：ワークフローとデータベースの相互連携システム、情報処理学会グループウェア研究会、GW-9-23 (1995)
- [10] 垂水、吉府、喜田：ワークフローの組織的最適化方式の提案、情報処理学会グループウェア研究会、GW-9-22 (1995)
- [11] 石黒、垂水、喜田、東、朝倉、吉府、田淵：マルチエージェントオフィスシステムとその実現、日本ソフトウェア科学会「マルチエージェントと協調計算研究会」(MACC'95)
- [12] Finin, T. and Weber, J.: *DRAFT Specification of the KQML Agent-Communication Language* (1993)
- [13] OMG: 共通オブジェクト・リクエスト・ブローカ - 構造と仕様 - CORBA 1.1 日本語第二版 (1993)
- [14] 朝倉、喜田、垂水、宮下：エージェントによる情報フィルタリング、情報処理学会情報メディア研究会、IM-20-7 (1995)

<sup>4</sup>この点については助言も含めた詳しい議論が必要だが本稿では省略する。