

開放型の環境に適した ワークプロセス・コーディネーション・モデル

上野 裕一, 増田 佳弘, 山田 敏哉, 堀井 克倫
富士ゼロックス (株) 総合研究所

あらまし: インターネットや World Wide Web のめざましい成長により、組織境界を越えた様々な協調形態が生じている。また、ソリューションビジネス市場の成長により、諸企業はサービスプロセスの迅速かつ動的なコーディネートを必要とする顧客中心型サービスの開発を進めている。これらの動向から、組織の境界を越えたビジネスプロセスのコーディネーション・コストの増大が予期される。本論文は、組織間ワークプロセス・コーディネーションのためのワークプロセス表現モデルと計算機アーキテクチャを提案する。このモデルにより、分散ネットワーク環境において非同期的なワークプロセス・コーディネーションを実現でき、また、柔軟なワークプロセス実行のための非集中型のアーキテクチャを構成できる。

Workprocess coordination model suitable for open systems

Yuichi UENO, Yoshihiro MASUDA, Toshiya YAMADA, Katsunori HORII
Fuji Xerox Co., Ltd. Corporate Research Labs.

Abstract: The enormous growth of the Internet and the World-Wide Web led the emergence of various forms of cooperation across organizational boundaries. Also, the growth of the solution business market has encouraged enterprises to develop customer-centric services which require rapid and dynamic service process coordination for providing on-demand services. Accordingly, we can expect increased cost for coordinating business process across the organizational boundaries. This paper presents a work process representation model and computation architecture for cross-organizational work process coordination. The model realizes asynchronous work process coordination in the distributed network environment. Also this model provides a decentralized architecture for flexible work process enactment.

1 はじめに

インターネットや World Wide Web の普及により、ビジネスにおける大きな変革が生じている。

ビジネス活動がインターネット上で行なわれる機会が増加するのに伴い、組織間の境界が徐々に失われ、企業間業務連携 (B-to-B 連携) や電子商取引 (B-to-C 連携) といった、組織を越えた様々な形態の協業活動が出現している。SOHO ワークの増加や戦略的アウトソーシングの普及および、ごく最近急速に増加しつつある ASP (Application Service Provider) 企業なども、インターネット上での組織を越えた協業活動を支える動きと捉えることができよう。

また、上記のネットワーク上でのビジネス活動とは別に近年のビジネスに見られる顕著な動向として、ソリューション・ビジネスの成長を挙げることができる。多くの企業は顧客中心型

のサービスの重要性を認識し、経営方針を顧客中心型に転換しつつある。顧客中心型のサービスを提供するためには、顧客の多様な要求に合わせたサービスをオンデマンドに提供できる能力が企業にとって必要となってくる。

以上の動向をふまえると、組織を越えて様々な業務機能の迅速な組織化・運用を可能とする業務コーディネーション技術の必要性が予想される。そのようなコーディネーション技術は、企業間業務連携における新たな価値連鎖の発見、全社的規模での柔軟なオンデマンド型サービスの構成と提供に対して効果を発揮する。また、コーディネートされたビジネスプロセスは「共有知識」として再利用されることで、新たなビジネスプロセス創発に寄与することも期待される。

本論文では、組織間ワークプロセス・コーディネーションのための新しいモデルを提案する。本論文で提案するモデルは、インターネットのような、非同期・分散的に協調活動が行なわれる

開放型の環境下でのワークプロセスの組織化および実行に適している。

2 開放型の環境における課題

2.1 開放系としてのインターネットの特性

開放系における諸活動は「並行性 (concurrency)」「非同期性 (asynchrony)」「非集中制御 (decentralized control)」「不整合情報 (inconsistent information)」「局所的関係 (arms-length relationship)」「連続的操作 (continuous operation)」の各特性をもって行なわれることが指摘されている [4]。中央の管理主体を持たないインターネットにおいては、実際に様々な活動が上記の特性をもって展開されていることを観察することができ、開放系と捉えるべき環境であると考えられる。したがって、インターネット上で組織を越えて様々な業務機能の迅速な組織化・運用を可能とするためには、上記の特性に適合したワークプロセス・コーディネーション・モデルが必要である。

2.2 従来のワークプロセス・コーディネーション・モデルの課題

モデルの分散性 従来のワークプロセス・コーディネーション・モデルにおいては、ワークプロセスを構成するアクティビティ間の依存関係は、実行順序として表現され、またそれは全体として一貫性を保った形になっている。個々のアクティビティおよびワークプロセス全体の持つ機能は、ワークプロセスの設計者・管理責任者や前後のアクティビティとの関係の中に暗黙的に想定されるに留まり、必ずしも明確ではない。また、新規業務の立ち上げにおけるワークプロセスの新規作成や、業務内容の変化に伴いワークプロセスを変更する場合には、ワークプロセス全体としての一貫性を意識して行なわねばならない。このため、ワークプロセスの設計者・管理責任者以外が局所的な作成や変更を行なうことは容易ではない。Action Workflow[10]、Regatta[11]をはじめ、多くのワークプロセス・

モデルでは、階層構造を導入することによって、階層単位に業務機能の局所化を行なえるようにしている。しかしながら、この構成においても、各階層はその上位の階層に対して整合性を持って設計されねばならない。さらに、各階層のワークプロセスはその設計者・管理責任者が想定されており、その階層の設計者・管理責任者以外がその階層のワークプロセスに対して作成や変更を行なうのは困難を伴う。

また、従来のワークフロー管理システムでは、モデルが上記のように集中管理指向であることから、少数の実行エンジンにより集中的にワークプロセスが管理されていた [5]。このため、ワークプロセスに関係しているユーザは少数の実行エンジンを集中的に利用する必要があり、ワークプロセス管理の責任の集中や計算負荷の集中を生じやすい。

組織から離れたワークプロセスの扱い 従来モデルでのワークプロセス・コーディネーションは、組織のミッションやビジネス・プロセスに沿ってワークプロセスを設計し、各アクティビティに対して適切な業務担当者を割り当てることで達成される。

組織から離れたワークプロセス・コーディネーションにおいては、ワークプロセス全体を統括し、各アクティビティに対して適切な担当者を割り当てることのできる権威者の存在を想定することが難しい。このことから、組織を離れたワークプロセス・コーディネーションにおいては、一人の権威者がミッションをトップダウンにワークプロセスとして組織化するよりも、複数の組織がミッションを共有しながらそれに合わせてボトムアップにワークプロセスを組織化してゆく協調作業形態が必要になると考えられる。

このような環境においては、業務担当者や業務担当組織が受動的にアクティビティへ割り当てられるのではなく、自己の業務機能の提供をコミットして参加するという、より能動的な参加形態への転換をもたらすであろう。さらに、顧客をも含めた個々の組織の仮想化や組織の境界の希薄化をもたらし、顧客自らがサービスを選択し組み合わせることも可能であるような、よ

り高い協調性が必要になると思われる [1]。

3 分散ワークプロセス・コーディネーション・モデル

3.1 ワークプロセスの分散的な組織化

前節で述べた課題に対し、我々は新しい開放型のワークプロセス・コーディネーション・モデル(以下では「開放型モデル」と呼ぶ)を導入する。開放型モデルでは、ワークプロセスを構成する個々のアクティビティを、実行順序ではなくゴールからの活動内容の段階的な詳細化により組織化する。個々のアクティビティは、ワークプロセス全体や他のアクティビティとの関係から独立して自己完結的に業務機能を規定し、また、その業務機能を発揮するために一部機能を他のアクティビティに「下請け」として委譲する形態の連携を許す。委譲の際は、具体的なアクティビティを指定するのではなく、委譲したい業務機能で指定しておき、指定された業務機能に適合するアクティビティを後から選択し連携させることを許している。なお、この連携関係は、コーディネーション科学 [8] でのコーディネーションの4分類のうち「タスク-サブタスク」関係に相当する。我々もこの連携関係をタスク-サブタスク関係と呼ぶ。

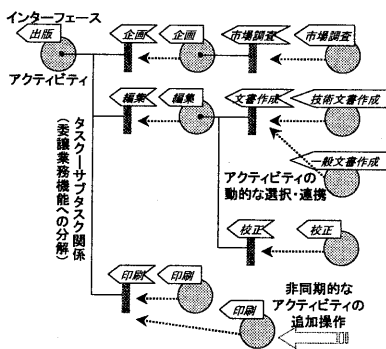


図 1: 分散的ワークプロセス組織化モデル

開放型モデルにおいては、ワークプロセス全体やアクティビティの持つ業務機能は、少数のワークプロセスの設計者・管理責任者ではなく、

個々のアクティビティの担当者が分散して担うことになる。また、アクティビティの業務機能はそのアクティビティのサブタスクの構成に依らない。この構成により、業務の進行や業務内容の変化に伴ってワークプロセスを変更する際は、ワークプロセス全体としての整合性を意識することなく、変更に関連するアクティビティ同士の間でのみ局所的に変更を行なうことができる。また、既に組織化されているワークプロセスに影響を与えることなく、非同期的に新たなアクティビティを追加でき、追加されたアクティビティは必要な時点で利用されるようになる。開放型モデルは、以上のような性質を持つため、従来のワークプロセス・コーディネーション・モデルに比して、より開放系に適していると考えられる。

3.2 アクティビティの業務機能の表現

上述のように、開放型モデルでは、アクティビティの持つ業務機能を自己完結的に表現し、アクティビティ同士が全体の整合性に依らずに局所的な関係のみで連携し、組織化を進めていけるようになっている。これを実現する鍵は、アクティビティが自己の規定する業務機能を表現でき、それを他のアクティビティが識別できる状態にあることである。我々はこれを実現するために、アクティビティに対して、開放型モデルに共通の表現方式により記述されたインタフェースを常に付加するようにする。これによって、アクティビティは自らに規定する業務機能を表現し、他のアクティビティから識別されるようになる。

業務機能の表現方式に示唆を与える研究として、MIT/CCSによるProcessHandbook[9]の研究がある。ProcessHandbook研究においては、1000以上のワークプロセスの事例を分類し、8種類の基本動詞を頂点とする階層構造に編成し、それらの業務機能が取り扱う対象(What)や方法(How)を用いて事例を検索可能としたデータベースが構築されている。我々はこの結果から、ビジネス活動の内容は8種類の「基本動詞」により分類可能であり、さらに、ビジネス活動に

において主たる取り扱い対象としての「操作対象」やそれが持つ属性との組み合わせにより、様々な業務機能を表現できる多様性を付与できるとの仮説を立てた。我々はこの仮説に基づいて、開放型モデルにおける業務機能の表現方式を構成した。図2は、開放型モデルのインターフェースにおける基本動詞と操作対象の取り得る形態を示している。また、図3は、業務機能の表現例を示している。

開放型モデルの表現方式では、ProcessHandbookと異なり、操作対象は拡張可能なシソーラスを構成している。相異なる表現はシソーラスに沿った一般化操作を経て適合性を判断される。

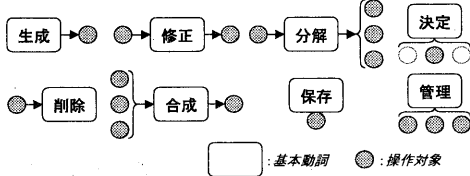


図 2: 基本動詞と操作対象の取り得る形態

基本動詞	内容	表現
生成	イベント企画 Webデザイン	生成→イベント 生成→Webページ
削除	文書廃棄	文書→削除
修正	運送 ファイル変換 翻訳	物(場所:A)→修正→物(場所:B) ファイル(形式:GIF)→修正→ファイル(形式:JPEG) テキスト(言語:英語)→修正→テキスト(言語:日本語)
合成	PC組み立て 雑誌編集	(CPUボード、ディスク、IOボード)→合成→PC (記事、広告)→合成→雑誌
分解	アーカイブの展開	アーカイブファイル→分解→{ファイル}
保存	座席予約 文書ファイリング	予約[座席] 保存[文書]
決定	与信代行	決定[企業(信用度)]
管理	予算管理 人員管理	管理[予算] 管理[人]

図 3: 業務機能の表現の例

3.3 ワークプロセスの分散的な実行

開放型モデルでは、ワークプロセスを構成するアクティビティ間の依存関係がタスク-サブタスク関係として捉えられる。このため、ワークプロセスの実行方法についても、従来とは異なるモデルが必要である。

アクティビティは他者から所定の業務機能を実行することを依頼されると同時に、自らが一部の業務機能の実行を他者へ依頼する。開放型

モデルにおいては、ワークプロセスの実行は、このような依頼の連鎖により捕捉でき、我々はこれを「ジョブ」としてモデル化する。

ジョブは業務機能の実行依頼であると同時に、個々のアクティビティの実行状態や依頼の連鎖構造を分散して保持することでワークプロセス全体の実行状態を分散的に管理する実行制御データとしての性質も合わせ持つ。このような性質を持つジョブの導入によって、ワークプロセスの分散的な実行管理を行なうことが可能となる。

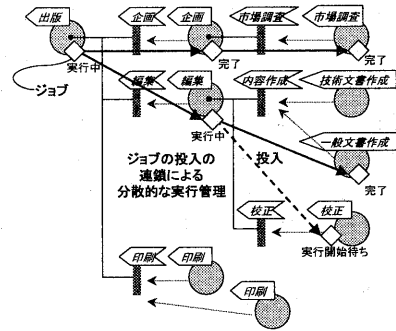


図 4: 分散的ワークプロセス実行モデル

4 分散ワークプロセス・コーディネーション・システム

前節で述べたように、開放型モデルは本質的に分散性の高いモデルであるので、システムの分散性を高めるのに非常に有利である。図5は、開放型モデルに則った構成による分散ワークプロセス・コーディネーション・システムのアーキテクチャである。

各アクティビティおよびそれらの間のタスク-サブタスク関係は、「サービス・ホスト」により分散的に管理される。アクティビティの所在はディレクトリ・サーバに登録され、他のアクティビティから照会される。また、ディレクトリ・サーバはアクティビティに付加するインターフェースの表現方式の仕様も管理し、システム全体で共通の表現方式の利用および拡張を可能としている。各サービス・ホストは一般企業やSOHOワーカーの業務受付窓口に対応し、各アクティビティには、その実行担当者や管理担当者

が対応している。また、サービス・ホストはジョブを受け付けるキューをアクティビティ毎に備えており、業務依頼を受け付けることができる。キューにあるジョブは、対応するアクティビティの実行担当者にはワークリストに見える。

その一方で、どこのサービス・ホストでもアクティビティの実行担当者になっていない、サービス・ホストを利用するだけのエンド・ユーザも存在する。このようなエンド・ユーザは、各企業の顧客に相当する。アクティビティ群への業務の依頼は、エンド・ユーザが始点となる。

ワークプロセスの全体像やその状態は、タスクサブタスク関係およびジョブの連鎖を辿ることで追跡できる。図5においては、エンド・ユーザの利用するクライアント上に全体の情報が反映される構成をとっている。これにより、各アクティビティの実行担当者のみならず、エンド・ユーザもワークプロセス・コーディネーションに参加することができ、業務の内容や状況に応じて、アクティビティ間の依存関係や業務依頼状況を参加者の間で協調的に組織化し調整しながら進めていくことができる。また、この構成は、エンド・ユーザ毎に実行エンジンが分散しており、それにより管理されるワークプロセス関連情報がシステム全体に分散しているという、非常に分散性の高い構成となっており、部分的な障害に対してある程度のロバストネスを備えているという特徴も持っている。

また、システムには、グループウェア・サーバにより実現される共有作業空間が配置されており、アクティビティの担当者やエンド・ユーザ間が、業務に付随するドキュメントの交換やチャット等の協調作業のために利用できる。

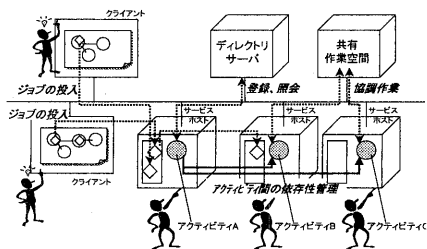


図 5: システム・アーキテクチャ

5 関連研究

分散的なモデル/システム 分散的なワークプロセス・モデルに関する関連研究としては、ワークプロセスを共有したり、階層化により局所的に権限委譲を行なうモデルを採用するアプローチがある。Action Workflow[10]、Regatta[11]、Task Manager[7]などがこのアプローチに該当する。これらのモデルは開放環境で用いるには第2.2節で述べた課題が存在する。ただし、Task Managerは従来の実行順序による依存性を表現したワークプロセス・モデルではなく、共有TODOリストを協調的に詳細化するというモデルであり、我々の開放型モデルと同様にタスクサブタスク依存関係を基にしている。しかしながら、Task Managerは共有TODOリスト上に現われる業務機能について、我々の開放型モデルのような共通表現を持たないため、共有TODOリストの設計知識を共有しているユーザ以外が新規参入するのが難しくなるなど、開放系には不適切である。

分散的なワークフロー管理システムとしては、ワークフロー管理システムの標準化団体であるWorkflow Management Coalition(WfMC)によるリファレンス・モデル[5]を典型的な例として挙げるができる。このモデルでは複数の実行エンジンの協調動作を考慮に入れており、複数の実行エンジンによる分散構成をとることができるが、第2.2節で述べたように、もともと集中制御を指向しているため、分散性の程度には限界がある。また、実行エンジンによる集中制御とは異なる方式として、電子メールベースのワークフロー管理システムも存在し、非常に分散性の高い構成をとることができるが、ワークプロセスの分散的・非同期的な変更や状況の追跡に限界がある。

ワークプロセスの自動導出 全体として一貫性のあるワークプロセスを前提としない方法として、ルールによるワークプロセスの自動導出を用いるアプローチがある。WebFlow[3]、PantaRhei[2]、TriGS_{flow}[6]などがこのアプローチに該当する。このアプローチでは、状況に応じた様々なワークプロセスを組織化可能であり、

また、ルールや導出機構をある程度分散して配置できるなど、従来のワークフロー管理システムより柔軟性において優れた特性を持つ。ただし、ルールセットの想定外の状況に対応するためにはルールセットの変更が必要となるが、その場合にはルールセット全体としての一貫性を確保しながら変更を行なわねばならないなど、局所的な変更が非同期的・連続的に行なわれる可能性のある開放系に対応するのは難しい。

6 おわりに

本論文では、自己完結的に業務機能が規定されたアクティビティをタスク-サブタスク依存関係で連携させるという新しいモデルを提案した。

このモデルで重要な役割を果たすのは、業務機能を規定する共通の表現方式である。現在我々は、本論文で述べた開放型モデルに基づくプロトタイプ・システムを構築し、表現方式の検討や改良を行なっている。今後は、実際の業務へ適用し、ワークプロセスの組織化モデルや実行モデルおよび、表現方式の有効性の検証や洗練化を行なうことが最も重要な課題である。また、業務において使用される資源や業務の納期やコストの管理を行なえるようにし、より包括的な業務活動の支援を可能とすることも望まれる。さらに、取り扱うアクティビティやワークプロセスの規模が非常に大きくなる状況では、ワークプロセスの自動導出により、ユーザによる協調的なワークプロセスの組織化を支援することも必要となるであろう。開放型モデルでは、自己完結的に業務機能が規定され、それに基づいて局所的な組み合わせ変更が可能であることから、自動導出の手法として遺伝的アルゴリズム等の組み合わせ最適化に基づく創発的な計算手法を適用可能と思われる。

今後の、開放型モデルおよびシステムの適用領域としては、ユーザの要求に合わせて様々な機能を組み合わせ提供できるオンデマンド・ドキュメント・ソリューションや、SOHOワーク間での業務連携の支援を考えている。

参考文献

- [1] W. H. Davidow and M. S. Malone. *The Virtual Corporation*. Harper Collins, 1992. (邦訳: パーチャル・コーポレーション (牧野昇監訳, 徳間書店).
- [2] J. Eder, H. Grois, and W. Libhart. The workflow management system panta rhei. In *Workflow Management Systems and Interoperability*. Springer-Verlag, 1998.
- [3] A. Grasso, J. Meunier, D. Pagani, and R. Pareschi. Distributed coordination and workflow on the world wide web. *Computer Supported Cooperative Work: The Journal of Collaborative Computing*, Vol. 6, pp. 175-200, 1997.
- [4] C. Hewitt. Offices are open systems. *ACM Transactions on Office Information Systems*, Vol. 4, No. 3, pp. 271-283, 1986.
- [5] David Hollingsworth. The workflow reference model. Technical report, Workflow Management Coalition, 1995.
- [6] G. Kappel, S. Rausch-Schott, and W. Retschitzegger. Coordination in workflow management systems. In *Coordination Technology for Collaborative Applications - Organizations Processes and Agents*. Springer, 1998.
- [7] K. Kreifelts, E. Hinrichs, and G. Woetzel. Sharing to-do lists with a distributed task manager. In *Proceedings of ECSW'93*, pp. 31-46. Kluwer Academic, 1993.
- [8] T. W. Malone and K. Crowston. The interdisciplinary study of coordination. *ACM Computing Surveys*, Vol. 26, No. 1, pp. 87-119, 1994.
- [9] T. W. Malone, K. Crowston, J. Lee, B. Pentland, C. Dellarocas, G. Wyner, J. Quimby, C. Osborne, and A. Bernstein. *Tools for Inventing Organizations: Toward a Handbook of Organizational Processes*, 1997. <http://ccs.mit.edu/CCSWP198/>.
- [10] R. Medina-Mora, T. Winograd, R. Flores, and F. Flores. The action workflow approach to workflow management technology. In *Proceedings of ACM CSCW'92*, pp. 281-288, 1992.
- [11] K. D. Swenson. Visual support for reengineering work process. In *Proceedings of ACM COOCS'93*, pp. 130-141, 1993.