

アクティビティ・アウェアネス： 個人活動からのコラボレーション空間形成

林 浩一[†] 野村 恭彦^{††} 陌 間 端[†]

本論文では、活動モデルに基づいてコラボレーションを支援するアクティビティ・アウェアネスについて述べる。従来の共有ワークスペースは、コラボレーションに必要な情報を保持する情報の保管庫（リポジトリ）とコミュニケーションのための空間を統合した場を提供する。この共有の場で何が起きているのかを知らせるアウェアネス機能は、ワークスペース・アウェアネスと呼ばれる。我々が提案するアクティビティ・アウェアネスは、共有の場とは切り離して定義される活動（アクティビティ）モデルに基づいて、コラボレーションに必要なアウェアネスを実現する。アクティビティ・アウェアネスの枠組みは、個人ワークスペース上でのアクティビティの追跡、アクティビティ間の関係を用いたアウェアネス範囲の規定、規定した範囲についてのアウェアネス情報の生成からなる。ワークスペース・アウェアネスの対象が共有の場で起こった出来事に限定されるのに対し、アクティビティ・アウェアネスでは、個人環境で起こった出来事も含めて、関連活動の状況把握を可能にする。ワークスペースの時系列管理モデルを採用した、プロトタイプ Interlocus を用いた実験結果から、アクティビティ・アウェアネスによって個人作業と協調作業のシームレスな支援が可能になることを示す。

Activity Awareness: Spreading Collaboration Space among Individual Activities

KOICHI HAYASHI,[†] TAKAHIKO NOMURA^{††} and TAN HAZAMA[†]

In this paper we present a concept of awareness that supports collaboration based on an individual activity model. Conventional shared workspace systems provide virtual information space, where workers proceed their tasks, and provides workspace awareness to indicate who is doing what. We introduce a concept of activity awareness, which provides awareness for collaboration without employing shared workspaces. Activity awareness defines individual activity model for tracking activities, determining awareness scope as a structure of activities, and generating awareness information within the scope. While workspace awareness only indicates events occurred in a shared space, activity awareness indicates perspectives and progress of tasks performed in worker's individual workspace. We further present an experimental result of Interlocus, a prototype system that adopts temporally threaded workspace as individual activity model, to show the activity awareness enables seamless supports of individual and collaborative work.

1. はじめに

近年のコンピュータ・ネットワーク技術の進歩によって、テレ・コミュニケーションやバーチャル・コラボレーションに代表される、空間的、組織的な制約を離れた新しいワークスタイルが現実のものになった。市場変化に迅速に対応できる柔軟な組織作り、企業活動のグローバル化といった経営環境の要請から、その重要

性はますます大きくなっている。このようなワークスタイルの特徴は、空間的な距離の隔たりだけでなく、企業内の階層型の組織構造に依存しない、目的指向でダイナミックなコラボレーションにある。そのためには、同じ部署で一緒に仕事をしていれば知らない間に共有されていた様々な情報を、離れた場所や異なる組織にしながら共有できる仕組みや、組織の構造とは無関係に、過去の活動から知識や経験を継承できる枠組みが必要になる。

これまで多くの企業が、通信用ネットワークと個人用コンピュータからなる情報基盤を整え、電子メールとファイルサーバを用いて組織の生産性向上を図ってきた。しかし、これらは紙文書の電子文書への置き

[†] 富士ゼロックス株式会社サイバー事業部
Cyber Business Unit, Fuji Xerox Co., Ltd.

^{††} 富士ゼロックス株式会社コーポレート戦略部
Department of Corporate Research on Management & Knowledge, Fuji Xerox Co., Ltd.

換え、電話や対面でのコミュニケーションの電子メールへの置き換えにすぎず、ファイルサーバに保管された電子文書と、コミュニケーションに用いられる電子メールとの関係は切り離されたままである。そこで注目されるようになったのが、情報の保管庫（リポジトリ）とコミュニケーションの空間を統合した仮想空間を提供する共有ワークスペースの概念である¹⁾。

一般に、作業に必要な情報群を維持し、それらへの操作を可能にする作業環境を提供するシステムは、ワークスペースと呼ばれている。パーソナルコンピュータのデスクトップが個人用のワークスペースであるのに対し、共有ワークスペースは複数の作業（ワーカー）に共有される作業環境である。共有ワークスペースは、作業に必要なドキュメントなどの情報を保持するリポジトリである点では、ファイルサーバと共通であるが、複数のワーカーがその場で一緒に作業を進められる点が異なる。協調作業を円滑に進めるには、Gutwin らによって提唱されたワークスペース・アウェアネス²⁾を実現するメカニズムが重要になる。ワークスペース・アウェアネスは、共有ワークスペース上で協調作業を行っているユーザに、他のメンバが何をしているかについての把握を可能にすることである。たとえば、共有ワークスペース上に保持されたドキュメントに対して、だれがどんな操作を行っており、そしてその結果として最新の状況がどうなっているのかについて知ることを可能にする。電子メールによる情報の通知とは異なり、ワークスペース・アウェアネスは、遂行中の作業の視野の中で情報に気づかせるので、効果的にコラボレーションを支援できる。ワークスペース・アウェアネスは、並行して行われている活動の状態を分かりやすく示し、次に起こる出来事を示唆し、他のワーカーとのコミュニケーションを始めるきっかけを与える。このメカニズムのおかげで、共有ワークスペースは、あらかじめプロセス全体を定義できないダイナミックなコラボレーションを支援するための有力な手段となっている。

しかしながら、共有ワークスペースには2つの問題点がある。1つの問題点は、共有ワークスペース上に、ユーザの活動に必要な最新情報を保持するのが現実的には難しいことである。ワークスペース・アウェアネスが効果的に働くのは、ユーザの作業が直接かつ即時に共有ワークスペースの状態に反映されるときである。ワーカーが中央で管理された共有ワークスペースに依存することなく仕事をするようになれば、共有ワークスペースには各ワーカーが最後に格納した時点の情報しかなく、最も重要で最新の情報が個人のワークスペース

にしかない状況がしばしば生じる。

もう1つの問題点は、共有ワークスペースだけでは、関連するすべての活動の変化を知ることができないことである。近年、とりわけ重要性が増している顧客満足度を主軸とした迅速な企業活動においては、システムやサービスの開発段階でも、営業など様々な部門からのリアルタイムな情報入手が重要になる。そのため、たとえば設計の場面でも、設計活動のコラボレーションの直接のメンバだけでなく、設計に影響を与える可能性のある部門のワーカーについても、活動状況を把握する必要がある。共有ワークスペースは、同じ目的を持つメンバによる明示的な協調作業の場であるため、直接的なチームメンバ以外の活動は反映されない。

ワークスペース・アウェアネスは、コラボレーション支援のために非常に有用なメカニズムであるが、この概念は、これまで共有ワークスペースを前提として定義されてきた。上述した共有ワークスペースの問題点は、アウェアネスの範囲が、共有ワークスペースの中に制限されていることに起因している。組織においてほとんどの活動が協調活動であるが、それらはしばしば個人の部分と協調の部分の両方の特質を兼ね備えており、どちらか一方に分類するのは難しい。協調活動全体を1つの共有ワークスペースの中に切り出すことのできるような場合は、むしろ限られたケースにすぎない。個人活動と協調活動をシームレスに支援するためには、アウェアネスを、共有ワークスペースを前提とすることなく、個人ワークスペースを含んだより広い範囲に広げてゆく必要がある。

本論文は、ワークスペース・アウェアネスの概念を、共有ワークスペースを前提とすることなく、個人ワークスペースを中心にしたより広い概念として定義し直すことで、コラボレーション支援の範囲の拡大を試みる。新たに定義したアウェアネスの概念を、個人の活動（アクティビティ）をモデル化したものに基づくところから、アクティビティ・アウェアネスと呼ぶことにする。本論文では、さらに、ワークスペースの時系列管理（TTWS: Temporally Threaded Workspace）モデルに基づく、ワークスペースシステムのプロトタイプ Interlocus^{3)~6)}を用いた、アクティビティ・アウェアネス機能の実現について述べる。

以下、まず関連研究について整理した後、アクティビティ・アウェアネスの枠組みを示し、TTWS モデルによる記述を行う。次いで、アクティビティ・アウェアネスを提供するプロトタイプ Interlocus について述べる。さらに、Interlocus を用いた検証実験の結果を示

した後、本研究から示唆される新しいコラボレーション支援の可能性について議論する。

2. 関連研究

共有ワークスペースは、リポジトリとコミュニケーションの場を統合した仮想空間を提供するグループウェアシステムの概念で、Dourish らによって提案された¹⁾。共有ワークスペースは、目的に応じて必要な情報を保持するリポジトリであると同時に、複数のワーカがコミュニケーションを行うための場である。そこで行われた作業の状態を提示することによって、ダイナミックなコラボレーションを可能にする。これまでに、TeamRooms⁷⁾、GroupDesk⁸⁾、PoliAwaC⁹⁾、BSCW¹⁰⁾などの共有ワークスペースシステムが開発されてきた。

共有ワークスペースに限らず、一般に、グループウェアシステムにおいて、コラボレーションをしている他のメンバの状況を知ることが可能にするアウェアネスは、きわめて重要な要素であり^{11),12)}、数多くの研究がなされている^{13)~15)}。共有ワークスペースにとって、その場で作業している他のワーカの状況を知るためのアウェアネスは、ファイルサーバのような単なるリポジトリから峻別されるための特徴であり、特に、ワークスペース・アウェアネスと呼ばれる¹⁶⁾。

ワークスペース上で実現されるべきアウェアネスは、様々な研究を通じて明らかにされており、たとえば、Fuchs らはワークスペース・アウェアネスを同期型と非同期型に分類している⁸⁾。同期型アウェアネスは、だれが何を行っており、その結果どんな状態になっているのかを、起こると同時に知らせるものである。これに対し、非同期型アウェアネスは、その場にはいないときに何が起こったのかについても知らせることができる。GroupDesk⁸⁾と BSCW¹⁰⁾は、ワーカが最後にそのワークスペースで作業した後に、どんなことが起こったかの情報を知らせる機能を持っている。非同期型アウェアネスによって、新しく加わった参加者もそれまでの作業の経緯を知ることができるので、組織的、空間的、時間的に隔てられたメンバによって進められるコラボレーションの支援が可能になる。

作業環境とドキュメントの関係を用いた情報交換や情報探索の支援についても、様々な研究がなされている。CoOrbiter¹⁷⁾は、絶えず状況が変化するバーチャルコーポレーションのような分散環境において、必要なドキュメントの参照を仲介するシステムである。このシステムは、環境に応じたドキュメント形式の変換などを行ってくれる。池田らは、個人業務とチーム業

務の間の情報伝達を統合的に支援するために、作業の文脈情報による場のアフォーダンスをキーにすることを提案している¹⁸⁾。TimeScape¹⁹⁾はデスクトップの状態を記録することによって、作業コンテキストを保存し、時間軸に沿ってアクセスすることを可能にする個人ワークスペースシステムである。フォルダによる下位分類を廃し、デスクトップ全体の状況を記録することで情報の管理を支援する。保存されたコンテキストをキーにして、過去に使用した情報の探索が可能になる。

我々の導入した TTWS モデルでは、個人のワークスペースを、各活動にかかわるドキュメントの集合を特定するために用いる。ワークスペースの背景イメージ上に配置されたドキュメント群の時間的な変遷を記録することで、作業状況のアフォーダンスを情報探索のキーにできる。TimeScape とは異なり、デスクトップよりも小さく切り分けられた、アクティビティという単位で情報探索のメカニズムを提供し、さらに、アクティビティの関係付けによってコラボレーションを支援する。

3. アクティビティ・アウェアネス

3.1 ワークスペース・アウェアネス

組織的、空間的、時間的に隔てられたメンバ同士で円滑なコラボレーションを行うには、各ユーザの作業中に、並行して作業をしている他のワーカの活動状況を把握できる必要がある。ワークスペース・アウェアネスは、共有ワークスペース上で作業している他のユーザの作業状況を知らせることである。

ワークスペース・アウェアネスによって提供される情報の種類は、同期と非同期の 2 種類に分類できる(表 1)。同期型アウェアネスは、共有ワークスペース上で、そのときに、だれが作業をしているのか (A-1)、何の作業が行われているのか (A-2)、その結果、最新の作業結果がどうなっているのか (A-3)、について気づかせる。たとえば、TeamRooms では、作業中の他のユーザの顔写真が示されるとともに、テレポインタによる操作とその結果を知ることができる。非同期型アウェアネスは、新しい参加者や作業から離れていたユーザに、そのワークスペースで、最近何が起こったのか (A-4)、どういう経緯で現状に至ったのか (A-5)、について気づかせる。たとえば、BSCW では、不在にしていた間に共有ワークスペース上にあるドキュメントに対して行われた操作を知ることができる。

Fuchs らはさらに、提供される情報の種類と直交する軸として、アウェアネスの対象とする範囲について、

表1 アウェアネスの比較
Table 1 Comparison of awareness.

			ワークスペース・アウェアネス			アクティビティ・アウェアネス	
			概念	BSCW	TeamRooms	概念	Interlocus
提供情報の種類	最新の状況 (同期型)	(A-1) だれが作業をしているか分かる	○	×	○	△* ¹	×
		(A-2) 何が行われているかが分かる	○	×	○	△* ¹	×
		(A-3) 最新の作業の結果が分かる	○	○	○	○	○
	活動の経緯 (非同期型)	(A-4) 最近何が起こったかが分かる	○	○	×	○	○
		(A-5) 現在までの経緯が分かる	○	△* ²	×	○	○
		(A-6) 関連する活動に何があるかが分かる	—	—	—	○	△* ³
対象とする範囲		(B-1) 単一の共有ワークスペース内	○	○	○	○	○
		(B-2) 明示的に関連づけられた複数のワークスペース内	△* ⁴	×	×	○	○
		(B-3) 自動的に関連づけられた複数のワークスペース内	—	—	—	○	○
		(B-4) 個人ワークスペースを含む範囲	—	—	—	○	○

*¹ ドキュメント集合の変化のみ、*² ドキュメントへの操作のみ、*³ リンクはたどれるが全体構造は可視化できない、*⁴ 拡張は可能。

一緒に作業をしている範囲 (coupled) か、それ以外の (uncoupled) 関連する出来事についてかの分類を導入している⁸⁾。前述の共有ワークスペースの2つの課題、(1) 共有すべき最新の情報が共有ワークスペースに反映されているとは限らない、(2) 直接的なチームメンバー以外の活動の変化が共有ワークスペースからは分からない、はいずれも、アウェアネス情報の対象範囲にかかわるものである。ワークスペース・アウェアネスの対象は、あらかじめ規定された共有ワークスペースの中 (B-1) に限られる。

3.2 アクティビティ・アウェアネスの枠組み

アクティビティ・アウェアネスは、共有ワークスペースを前提としない、アクティビティ (活動) モデルに基づいたアウェアネスの概念である。組織内の多くのユーザは、1つの活動だけでなく、並行していくつもの活動を行っている。その中には各自が個別に行っているものも、協調的に行っているものも含まれている。共有ワークスペースは、コラボレーションのための情報交換の手段として、作業状況と参加メンバーとを結び付け、その上で行われている作業が、対応するコラボレーションの一部であることを明確にする役割を果たしていた。共有ワークスペースの範囲を超えたアウェアネスを可能にするためには、コラボレーションにかかわる各ユーザの活動を切り出すための別の手段が必要になる。

我々は、各ワーカが特定の目的を達成するために情

報群を加工する一連の作業プロセスを活動の単位として扱い、その単位をアクティビティと定義する。たとえば、あるワーカが米国のインターネットビジネスについての調査報告を書くために、必要な情報を検索・収集し、重要な情報だけを選別し、それらを分析した結果を報告書にまとめる、という一連の作業プロセスはアクティビティの1つである。コラボレーションは、複数の人が行う1つの活動ととらえるのではなく、複数のワーカの個人アクティビティが、構造化されたものととらえる。たとえば、別のワーカは日本のインターネットビジネスについての調査報告を書くアクティビティを行い、さらに上司がそれらの結果をまとめて、日米のインターネット事情の比較検討を行うアクティビティを行うといった、相互に関連した複数のアクティビティの集まりを、コラボレーションと考える。

アクティビティ・アウェアネスは、この活動モデルに基づいて、以下の枠組みからなる。

(1) アクティビティの追跡

アクティビティの追跡は、各ワーカが遂行しているアクティビティである一連の作業プロセスを表現する情報構造を記録することである。このための手段として、我々は各ワーカにとっての作業支援と、アクティビティの状態記録という2つの役割を持つ個人ワークスペースを想定する。この個人ワークスペースは、ワーカの各アクティビティに対応して用意され、アク

ティビティの遂行時に参照しなければならない情報の集合を維持することによって、ワークアの作業を支援する。ワークスペース上での活動遂行のために必要な情報を作成・管理する自然な操作の結果、ワークスペース上での情報集合の変遷が、アクティビティの状況変化を表す情報構造として記録される。PC上のデスクトップ環境やフォルダなども、この性格づけに従って状態を記録する手段を設けることによって、アクティビティの追跡を行うワークスペースと見なせる。ワークスペース上で扱われる情報には、ワードプロセッサやPDFなどの電子文書ファイル、アプリケーションファイル、HTMLページ、電子メール、などが含まれる。概念的には、他者と交換・共有可能な媒体上に表現・蓄積されたものであればよく、紙に印刷された情報、電話の会話記録、講演の記録映像なども含むことができる。

(2) アウェアネス範囲の規定

アウェアネス範囲の規定は、個人アクティビティ間の関係に基づいて、アウェアネスの対象とする範囲を決定することである。アウェアネス範囲は、コラボレーションに含まれるアクティビティに対応する個人ワークスペースの集合として定義できる。1つの個人ワークスペースは複数のアウェアネス範囲に含まれていてもよく、したがって、1つのアクティビティは複数のコラボレーションに影響を与えることができる。また、アウェアネス範囲はコラボレーションの状態やワークの役割に合わせて動的に変化するものであってもかまわない。共有ワークスペースによって規定されるのは、1つのコラボレーションに対応する1つの静的なアウェアネス範囲にすぎない。

(3) アウェアネス情報の生成

アウェアネス情報の生成は、アウェアネス範囲内の活動状況を知らせるための情報を生成することである。アウェアネス範囲にあるアクティビティに対応して、ワークスペースに記録された情報構造から、活動の進捗に関する情報を生成することでアウェアネスが実現する。

以上の枠組みからなるアクティビティ・アウェアネスは、ワークスペース・アウェアネスが知らせる活動状況の提供範囲を拡大する(表1)。アクティビティ・アウェアネスでは、静的に関連づけられた複数のワークスペース(B-2)、動的に関連づけられた複数のワークスペース(B-3)、個人ワークスペース(B-4)での作業状況を知ることが可能になる。アクティビティ・アウェアネスは、このように拡大された範囲の中で、同期型、非同期型のアウェアネスを提供できる。

同期型アウェアネスに関しては、最新の作業結果が分かる(A-3)ことについては実現できる。しかし、上述の枠組みだけでは、同期的な情報をとらえる機構を持たないため、他の同期型アウェアネスである、だれが作業をしているか分かる(A-1)、何をしているかが分かる(A-2)ことについては、ワークスペース上の情報の変化としてとらえられるものしか実現できない。非同期型アウェアネスに関しては、アクティビティの追跡によって、活動遂行時に関連する情報集合の変遷を記録しているところから、最近何が起こったか分かる(A-4)、現在までの活動の経緯が分かる(A-5)について実現できる。さらに、アクティビティ・アウェアネスでは、アクティビティ間の関係を規定することができるので、関連する活動に何があるかが分かる(A-6)についても実現できる。

3.3 TTWSモデルによるアクティビティ・アウェアネスの記述

本節では、ワークスペース時系列管理(TTWS: Temporally Threaded Workspace)モデル³⁾を用いて、アクティビティ・アウェアネスの記述を行う(図1)。

3.3.1 アクティビティ・モデル

TTWSモデルでは、次の構成要素によって、アクティビティの追跡とアウェアネス範囲の規定を行う。

(1) アクティビティ・ドメイン(Activity Domain)

相互に関連づけられたスレッド(後述)からなる情報アクセス空間全体であり、アウェアネス範囲が定義できる最大の範囲を規定する。アクティビティ・ドメインは、個々のアクティビティに対応するスレッドの集合と、スレッド間リンク(後述)の集合の組として定義される。アクティビティ・ドメインは、スレッドをノードとするネットワーク型の空間を構成する。

$$\text{Activity Domain} = (\text{thread}^*, \text{link}^*)$$

(2) スレッド(Thread)

アクティビティを代表する情報構造である。アクティ

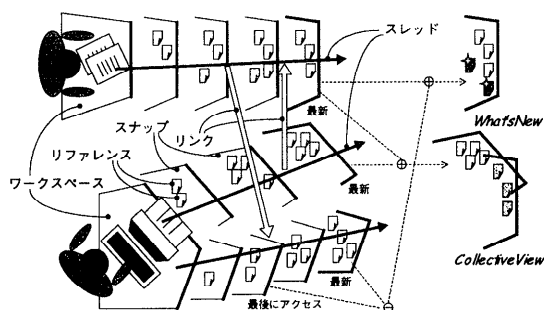


図1 ワークスペース時系列管理(TTWS)モデル
Fig.1 Temporally threaded workspace model.

ビティを遂行するにともなう行われる、情報の生成、変更、削除によって、対応するワークスペース上で維持、操作される情報集合は刻々と変化する。スレッドはこのアクティビティ遂行のプロセスに対応する情報集合の変遷を表す。スレッドは生成時間と対応づけられた、スナップ（後述）の集合として定義される。

$Thread = (creationTime, snap)^*$

(3) スナップ (Snap)

アクティビティに対応するワークスペースの各時点での状態である。スナップは情報を参照するリファレンス（後述）の集合として定義される。各ユーザは作業を遂行するための操作を、最新のスナップに対して行う。各スレッドの最新のスナップはアクティビティに関連する情報空間における現在の焦点となっている部分を表し、作業の円滑な遂行に必要な情報を維持する。過去のスナップはそのスナップが記録された時点のアクティビティの状況を示す。

$Snap = reference^*$

(4) リファレンス (Reference)

アクティビティを遂行する際に必要になる情報を参照する要素である。同じ情報であっても、アクティビティごとにその意味づけは異なる。たとえば、ある調査活動の結果として作成された報告書は、それより後のアクティビティにとっては、最初に収集する参考情報として扱われる。リファレンスは、URLなどの参照情報へのアドレス (locator) と、参照情報に対する各活動における意味づけ (名前、位置情報など) を記述する属性 (attribute) の組として定義される。記述される意味は人間の解釈によってのみ理解されるものを含む。

$Reference = (attribute^*, locator)$

(5) スレッド間リンク (Link)

スレッド間の関係を記述する要素である。始点と終点となるスレッドの組を規定した有向の二項リンクである。スレッドを起点としてアウェアネス範囲を決定するために利用される。リンクの種類や生成契機には様々なものがある。

$Link = (sourceThread, destinationThread)$

以上のモデルによって、アクティビティの追跡はスレッドで行い、アウェアネス範囲の指定はスレッド間リンクを用いて行うことができる。ユーザに適切な情報参照の空間をワークスペースのスナップという形で提供することでアクティビティの遂行を支援する。それと同時に、ワークスペースの上で行われる、暗黙的あるいは明示的な操作によって、スナップの記録、新たなスレッドの生成、スレッド間のリンク定義が引き

起こされる。

3.3.2 アウェアネス情報の生成

本モデルでは、記録されたスナップをそのままの形で利用することに加えて、1つ以上のスナップから新しいスナップを合成する機構を提供している。スレッド間リンクによって定まるアウェアネス範囲で、スナップの合成を行うことで、アクティビティ・アウェアネスを実現することができる。

(1) 最新情報の共有ビュー (CollectiveView)

CollectiveViewは情報の共有ビューとなるスナップを合成するための機能である。関連するアクティビティに対応するスレッドについて、最新の状態を表すスナップを重ね合わせることによって、コラボレーション全体についての最新の情報を提示する。このとき、起点となるスレッドから、スレッド間リンクによって関係づけられたスレッドの集合がアウェアネス範囲となる。

(2) 関連活動の進捗把握 (What'sNew)

What'sNewは進捗把握のためのビューとなるスナップを合成するための機能である。関連するアクティビティに対応するスレッドについて、最後にアクセスした時点のスナップと最新のスナップとの差分を提示することによって、コラボレーションの進捗を提示する。この場合も、起点となるスレッドからスレッド間リンクによって関係づけられたスレッドの集合がアウェアネス範囲となる。

4. Interlocus システム

本章では、TTWSモデルに基づき、アクティビティ・アウェアネスを実現するプロトタイプ Interlocus とそれを用いた検証実験について述べる。

4.1 システム構成

InterlocusはJavaで実装された、プロトタイプシステムで、TTWSモデルを構成するオブジェクトを管理するサーバ、ワークスペースから参照されるドキュメントの管理を行うサーバ、ワークスペースをユーザに提供するクライアントからなる、クライアントサーバシステムである（図2）。ユーザはクライアントを通じて、イントラネット内のどこからでも、サーバに管理されている本人および他のメンバのワークスペースにアクセスできる。クライアントはワークスペースとそこで扱うドキュメント情報をローカルにキャッシュしており、ネットワーク接続中は、つねにクライアントとサーバで管理されている情報は同期されている。ネットワークから切断されても、ローカルな情報だけで作業を遂行でき、ネットワークに再接続したときに、

サーバに差分が転送される。このとき、最新状態だけでなく過去の状態も共有される。

4.2 ワークスペース

各ユーザは、遂行している各アクティビティに対応したワークスペースを生成して使うことができる。図3には Interlocus クライアントを用いて、3つのアクティビティを遂行している様子を示している。各ワークスペースのビューは、二次元フレームと時間軸フレームによって、スレッドの時系列変化を管理する。二次元フレームには、ドキュメントを参照するためのリファレンスの集合が、標準的なパーソナルコンピュータのデスクトップと同様に、アイコンとして二次元平面に配置される。アイコンを配置している背景イメージとしてコラボレーションの構造を表示することで、各アクティビティが何を行っているかについての手がかり

を提供する。背景イメージ上の特定の状態を示す領域にドキュメントを配置することによって、作業状況が表現される。通常、二次元フレーム上には最新のスナップの情報が提示され、ユーザは業務を遂行するために、その上でアイコンの生成・移動・削除、および参照ドキュメントの呼び出しと編集・保存を行う。スナップの記録は、ユーザの明示的なスナップ保存指示、スレッド作成、終了、文書の削除、文書の新規作成、文書の版保存のタイミングで行われる。時間軸フレームはスレッドに含まれるスナップに対応するシンボルを時間順に並べて提示する。ユーザが提示されているシンボルを選択すると、選択されたシンボルに対応するスナップが二次元フレームに表示される。過去のスナップは、その時点で参照されていた情報へのアクセスと、活動進捗の把握を可能にする。

4.3 アウェアネス機能

ユーザは共有ワークスペースに移って作業するのではなく、個人の作業を行っているワークスペース上でのアウェアネス機能によって、自分の作業の視野の中で、他の関連するワークスペースでの出来事を確認できる。Interlocus では、同期的アウェアネスのうち、最新の作業状況については CollectiveView 機能を用いて知ることができる (A-3)。この機能によって、参照している他のスレッドの最新スナップが自分の最新のスナップに重ねて表示される。また、非同期アウェアネスの作業進捗は Whats'New 機能によって確認で

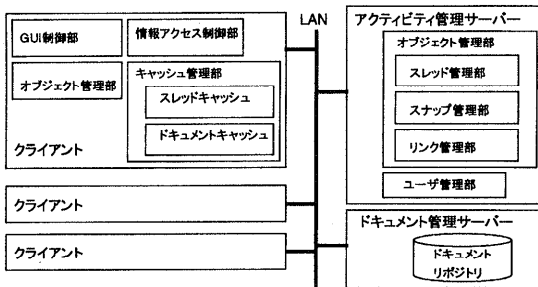


図2 システム構成

Fig.2 System architecture.

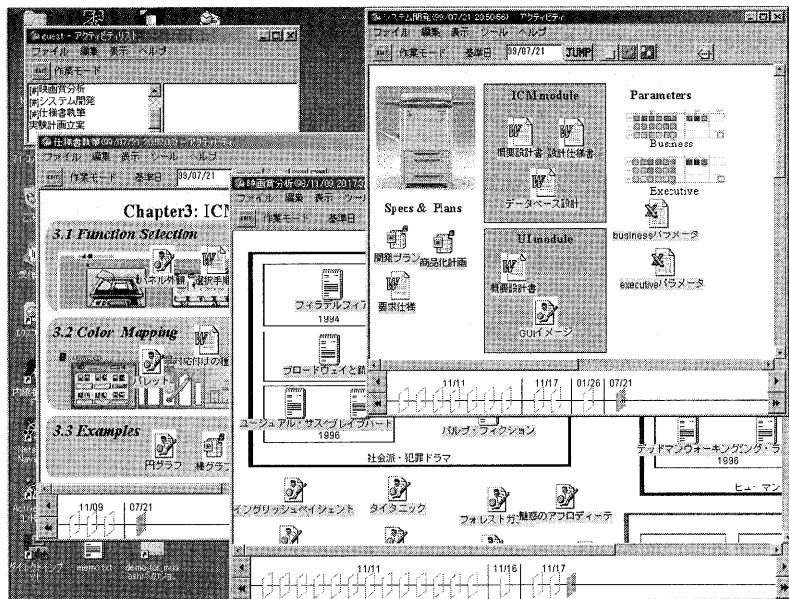


図3 Interlocus クライアント画面

Fig.3 Interlocus client system image.

きる (A-4). この機能によって、関連する他のスレッドの以前参照した時点から現在までの差分が自分の最新のスナップに重ねて表示される。

作業経緯については、スレッド中に含まれるスナップを時間軸フレームを使って順次アクセスすることによって、状態変化を知ることができる (A-5). BSCW では、各ドキュメントにどんな操作が行われたかを知ることにはできるが、ワークスペース全体の状態変化をとらえるのは難しい。また、Interlocus では、後から経緯をさかのぼれるので、ネットワークから切り離され、モバイルの状態で行われた他の人の個人作業について、ネットワークに再度接続したときからさかのぼって変化を知ることが可能になる。ワークスペース間の関係については、Interlocus では、スレッドの間での参照関係と派生関係の2種類の関係を表すリンクを持っており、ユーザはこれらの関係を用いて順次、関連する活動のスレッドを探索することができる (A-6). 参照リンクは、ある活動が他の活動の状態を参照していることを示すもので、ユーザによって明示的に定義される。派生リンクは、ある活動が他の活動からの継続あるいはサブタスクであるという事実を示すもので、スレッド生成時に自動的に定義される。ただし、現在、これらの関係の全体像を可視化する機能は用意していない。

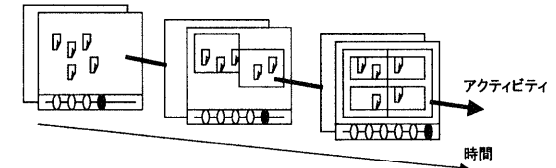
4.4 検証実験

各ユーザの個人ワークスペース上でのアクティビティが、後から遂行状況が読み取れるように記録されていれば、同期的・非同期的アウェアネスを個人ワークスペースを含めた範囲に広げられるのは明らかである。しかし、TTWS モデルに基づいてアクティビティ・アウェアネスを実現する場合、以下の仮説が成り立つ必要があり、いずれも自明ではない。

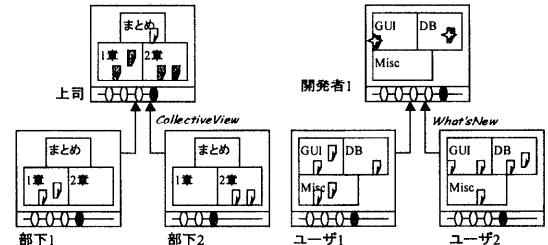
- (1) スレッドがアクティビティの遂行プロセスを正確に反映する
- (2) スレッド中のスナップを合成することで有効なアウェアネスが得られる

これらの仮説を検証するために、次の2つの実験を行った (図4)。第1の実験は、7人の被験者に Interlocus を利用して情報整理タスクを行ってもらったことで、そのアクティビティが適切にスレッドとして記録されるかどうかを調べた⁵⁾。スレッドが作業プロセスを正しく反映するためには、つねに最新の活動状況が反映されるようにワークスペースを維持する必要がある。しかし、従来の個人や共有のデスクトップやフォルダには、その時点で必要でなくても、いつか必要になるかもしれないといった情報が含まれるため、そこ

実験1 情報の分類タスク



実験2 (1)マニュアル協同執筆



(2)不具合情報共有

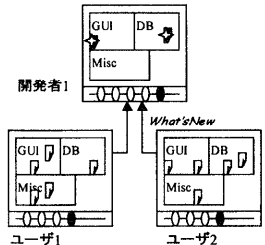


図4 Interlocusを用いた検証実験

Fig. 4 Experiments with Interlocus.

からアクティビティの状況を読み取るのは困難である。Interlocus の提供するスレッド生成メカニズムが、この課題の解消に有効かどうかを見た。

第2の実験は、4人のメンバが約2カ月間の試用期間を設けて、Interlocus を用いて日常的な業務を行う中で生じた、2つのコラボレーションのケースで、アウェアネス機能が有効に使えるかを調べた。1つのケースはマニュアルを分担執筆する場面で、上司がマニュアル全体をとりまとめるワークスペース、部下が各担当部分を執筆するワークスペースを用意する。もう1つのケースは、担当モジュールを分担した複数のシステム開発者とそのシステムの(複数の)ユーザの間でシステムの不具合情報を共有するケースで、ユーザが発見した不具合情報の報告書を配置するワークスペースと、システムの開発者が不具合情報の報告書を参照するワークスペースを用意した。

4.5 実験結果

第1の実験のタスクとして与えたアクティビティに関しては、プロセスの進行を正確に反映するスレッドが生成された。スナップ保存のメカニズムには、不要な情報の削除に対するユーザの心理的な抵抗を軽減する効果があることが確認できた。削除してもそのときに参照していた情報は保存され、かつ後戻りが確実にできるという保証があるので、本当に必要な情報だけをワークスペース上に保持し、最新の状況を反映させることができる。このようにして記録されたスレッドを探索して、特定の状況にあるドキュメントを探索するという行動も観察された。

第2の実験の両方のケースにおいて、Collective-View 機能による合成ビューが最新の状況を把握する

のに有用であることが確認できた。いずれのケースも合成対象となるワークスペースで背景イメージを共有した。マニュアル執筆のケースでは、マニュアル全体の章構造を、不具合報告の共有のケースでは、システムのモジュール構成図を、背景イメージとして共有することで、業務全体の構造の中で何が起きているのかを明確にできた。Whats'New 機能は、ドキュメントの生成自体が重要な不具合報告のケースでは、意味のある差分を表示できたが、ドキュメントの内部状態の変化がより重要なマニュアルの執筆のケースでは、価値のある差分を提示できなかった。

4.6 考 察

2つの実験のいずれも、背景イメージを適切に設定しておくことが、アクティビティの状況把握を可能にするうえで重要な役割を果たすことが分かった。情報整理タスクの場合には、背景イメージとして情報の分類構造を用い、作業の進行に応じて、変更するようにしたので、背景イメージの変遷と背景上のドキュメントの配置によって作業プロセスの把握が可能になった。この機能がなければ、ドキュメントのアイコン集合の変遷にどんな意味があるのかを理解するのは、きわめて困難になる。

スナップを保存するタイミングは、削除などのときに自動的に行うものと、ユーザが意図的に行うものを用意したが、保存契機によって表示の仕方を変える必要があることが分かった。自動保存によるスナップは大量に生成され、しかも必ずしも意味のある状態とは限らないのに対し、意図的な保存は重要な状態を保存するからである。また、意図的な保存の場合でも、状態が少しずつ変化しているときに、どれが節目となる状態を表すスナップなのか分かりにくいので、それを示すための情報を付与する手段も必要になる。

試用期間中、ドキュメントを作成する個人アクティビティに関して、41のスレッドが定義され、個人活動とコラボレーション活動が同じ枠組みの上で支援できることを確認できた。ただし、このうち背景イメージを利用したケースはコラボレーションを行ったものだけである。ドキュメントの増減と位置変化だけでは、他人には状態の変化を把握するのは困難であるが、1人で利用する分には問題ない。背景イメージを用意するコストをかけるのは、協調活動の意図があるときに限られると考えられる。

5. 議 論

本章では、アクティビティ・アウェアネスの持つ可能性と課題について議論する。

5.1 個人環境からの情報発信

アクティビティ・アウェアネスによる個人活動と協調活動のシームレスな支援は、個人環境からの情報発信の形態を変えることで、コラボレーションにともなう様々な障壁を低くすることができる。このことには、正確な状況把握のために必要になる頻繁なメール送信やファイル転送が不要になる以上の意味がある。背景イメージ上の配置によって情報の位置づけが示せるので、情報を送信する際の背景説明を省くことができる。さらに、コラボレーションに有用な情報を目立つ状態に置き、逆に有用でない情報は目立たないように置くといった操作によって、情報を個人環境と共有環境という2種類の背反する状態に分類するのではなく、共有度の低い個人的な状態から共有度の高い状態まで連続的にコントロールすることが可能になる。このことを用いて、最初のうちは作業者自身にしか分からない方法で弱く整理されていた情報を、他人にも分かる形に徐々に変化させ、最終的に専門が違う人にも情報が伝わるように整理してゆくこともできる。こうして個人活動を少しずつ協調活動に引き上げることで、ワークフローシステムなどによるコラボレーション支援の場合には不可欠であった、協調活動とそれにかかわる情報の関係を厳密に記述するためのコストを軽減することが可能になる。

5.2 アクティビティの追跡範囲の拡大

現在の Interlocus では、ワークスペースで扱うことのできる情報の種類が、ファイル単位の電子ドキュメントだけなので、追跡できるアクティビティがドキュメント作成にかかわる狭い範囲のものに限定されている。より広い範囲でコラボレーションの支援をするためには、電子メールなどのコミュニケーション支援システムと連携させることで、アクティビティの追跡範囲を拡大する必要がある。また、近年、電子的な世界と物理的な世界との接点を飛躍的に広げる試みがなされているが²⁰⁾、オフィスでのコラボレーションにおいても同様な接点の拡大は重要である。TTWS モデルが記録する、各ワーカが活動を遂行する際に必要な情報群には、電話や会話などの音声情報、物理的な机の上に置かれた手書きメモなども含めることができる。空間的、時間的に隔てられた物理環境から、活動に関連する情報を取り込み、共有化するための道具立てとして、個人の周辺情報を記録する TTWS モデルは有利な枠組みである。

5.3 アクティビティ・モデルの発展

本論文で導入した、活動に必要な情報集合の変遷に基づくアクティビティのモデルは、コラボレーション

支援以外にも、組織内の活動にかかわる様々な理論に対して、新しい見通しを与えられる可能性を持っている。たとえば、経営学の分野でも、業務をより小さな活動の単位に細分化し、より詳細な情報に基づいた経営上の戦略立案をすることが重要な課題となっている。活動基準型原価システム ABC (Activity-Based Costing)²¹⁾は、原価管理を活動の単位で行うことにより、正確なコスト情報を作成し、それに基づいて意思決定を行うことができるようにするものである。ABC と ERP (Enterprise Resource Planning) などの業務管理システムとの統合は今日的な経営上の課題であるが²²⁾、本論文で示したアクティビティのモデルを応用できる可能性がある。また、本論文では、個人活動という視点から、ボトムアップにアウェアネス範囲を定義することによって、コラボレーション支援の範囲を定めている。これと反対に、組織の視点からトップダウンにアウェアネス範囲を見ると、コラボレーションを代表するノードと見なすことができる。このアウェアネス・ノードの間にはそこに属する個人や交換される情報に基づく関係を定義できる。コラボレーションの分類についての理論などを用いて、アウェアネス・ノードの種類や関係について、類型化を進めてゆくことで、組織の知識構造をアウェアネス・ノードという枠組みでとらえ直すことが可能になる。現在、人、組織、場という3つの観点から、アウェアネス範囲を管理することによって、組織内の知識を構造化するメカニズムを検討している⁶⁾。

6. おわりに

本論文では、個人の活動モデルに基づいたコラボレーションを支援するためのアクティビティ・アウェアネスについて述べた。アクティビティ・アウェアネスは、個人ワークスペースを用いた、アクティビティの追跡、アウェアネス範囲の規定、アウェアネス情報の生成からなる枠組みで、個人環境も含む広い範囲でアウェアネスを支援できる。ワークスペースの時系列管理 (TTWS) モデルを採用した、プロトタイプ Interlocus の実験を通じて、アクティビティ・アウェアネスが、個人活動と協調活動をシームレスに支援できることを示した。これまで、コラボレーション支援における、アウェアネスの重要性は様々な論じられてきた。本論文は、個人が行っている活動のモデル化に立ち返ることで、無関係な個人活動の集まりを、有機的に結び付いた協調活動に変える基本的な原理として、アウェアネスを位置づけ、その重要性を再確認するものである。

謝辞 システムの実現に尽力いただきました、Stephan Gudmundson, 大黒友二, 石部充弘, 山田季史の各氏に感謝いたします。

参考文献

- 1) Dourish, P. and Bellotti, V.: Awareness and Coordination in Shared Workspaces, *Proc. CSCW '92*, pp.107-114 (1992).
- 2) Gutwin, C. and Greenberg, S.: Workspace Awareness, *CHI 97 Workshop on Awareness in Collaborative Systems* (1997).
- 3) Hayashi, K., Nomura, T., Hazama, T., Takeoka, M., Hashimoto, S. and Gudmundson, S.: Temporally-threaded Workspace: A Model for Providing Activity-based Perspectives on Document Spaces, *Proc. Hypertext '98*, pp.87-96 (1998).
- 4) Nomura, T., Hayashi, K., Hazama, T. and Gudmundson, S.: Interlocus: Workspace Configuration Mechanisms for Activity Awareness, *Proc. CSCW '98*, pp.19-28 (1998).
- 5) Hayashi, K. and Tamaru, E.: Information Management Strategies Using a Spatial-Temporal Activity Structure, *CHI '99 Extended Abstracts*, pp.182-183 (1999).
- 6) Hayashi, K., Hazama, T., Nomura, T. and Yamada, T.: Activity Awareness: Framework for Sharing Knowledge of People, Projects, and Places, *Proc. ECSCW '99*, pp.99-118 (1999).
- 7) Roseman, M. and Greenberg, S.: TeamRooms: Network Places for Collaboration, *CSCW '96*, pp.325-333 (1996).
- 8) Fuchs, L., Pankoke-Babatz, U. and Prinz, W.: Supporting Cooperative Awareness with Local Event Mechanisms: The GroupDesk System, *Proc. ECSCW '95*, pp.247-262 (1995).
- 9) Mark, G., Fuchs, L. and Sohlenkamp, M.: Supporting Groupware Conventions through Contextual Awareness, *Proc. ECSCW '97*, pp.253-268 (1995).
- 10) Bentley, R., Appelt, W., Busbach, U., Hinrichs, E., Kerr, D., Sikkil, S., Trevor, J. and Woetzel, G.: Basic Support for Cooperative Work on the World Wide Web, *International Journal of Human-Computer Studies: Special issue on Innovative Applications of the World Wide Web*, pp.827-846, Academic Press (1997).
- 11) 岡田, 市村, 松浦: グループウェアにおけるコミュニケーション支援, 情報処理, Vol.34, No.8, pp.1028-1036 (1993).
- 12) 岡田: グループウェアの未来, 情報処理, Vol.36, No.9, pp.856-859 (1995).

- 13) 本田, 富岡, 木村, 岡田, 松下: 在宅勤務者の疎外感の解消を実現した位置アウェアネス・アウェアネススペースに基づく仮想オフィス環境, 情報処理学会論文誌, Vol.38, No.7, pp.1454-1464 (1997).
- 14) 緒方, 矢野: アウェアネスを指向した開放型グループ学習支援システム Sharlock の構築, 電子情報通信学会論文誌 (D-II), Vol.J80-D-II, No.4, pp.874-883 (1997).
- 15) 門脇, 爰川, 山上, 杉田, 國藤: 情報取得アウェアネスによる組織情報の共有促進支援, 人工知能学会誌, Vol.14, No.1, pp.111-121 (1999).
- 16) Gutwin, C., Rosenman, M. and Greenberg, S.: A Usability Study of Awareness Widgets in a Shared Workspace Groupware System, *CSCW '96*, pp.258-267 (1996).
- 17) 梶原, 木村: バーチャルエンタープライズ用ドキュメント参照プラットフォーム CoOrbiter, *NTT R&D*, Vol.48, No.3 (1999).
- 18) 池田, 坂巻, 稲餅, 永瀬, 高田, 中小路: 情報・空間・運用の統合による協調作業支援環境に関する考察, 情報処理学会研究会資料, GW-24-10, pp.55-60 (1997).
- 19) Rekimoto, J.: TimeScape: A Time Machine for the Desktop Environment, *CHI '99 Extended Abstracts*, pp.184-185 (1999).
- 20) 石井: Tangible Bits: 情報の感触/情報の気配, 情報処理, Vol.39, No.8, pp.745-751 (1998).
- 21) クーパー, キャプラン: 戦略決定に有効なコスト情報をもたらす活動基準型原価システム, *DIAMOND ハーバード・ビジネス*, 1989年5月号 (1989).
- 22) クーパー, キャプラン: ABCとオペレーショナル・コントロールの統合システム, *DIAMOND ハーバード・ビジネス*, 1999年3月号, pp.113-127 (1999).

(平成 11 年 3 月 31 日受付)

(平成 11 年 10 月 7 日採録)



林 浩一 (正会員)

昭和 37 年生. 昭和 61 年大阪大学大学院修士課程修了. 同年富士ゼロックス (株) 入社. 構造化文書処理, ハイパーテキスト, グループウェア等の研究開発に従事. 人間に提示される情報空間を制御することによって, 知的活動のプロセスを支援する技術の体系化に関心がある. 認知科学会, ACM 各会員.



野村 恭彦 (正会員)

昭和 42 年生. 平成 2 年慶応義塾大学理工学部卒業. 平成 4 年同大学大学院修士課程修了. 同年富士ゼロックス (株) に入社. 以来総合研究所にて知識処理, CSCW の研究・開発に従事. 現在, コーポレート戦略部ナレッジ・デザイン・イニシアティブ・グループに所属. 知識に基づく経営革新手法の実現を目指す.



陌間 端

昭和 37 年生. 平成 2 年京都大学工学部情報工学科卒業. 同年富士ゼロックス (株) 入社. 構造化文書処理, CSCW, ビジネスプロセス記述言語等の研究・開発に従事.