解　説

ナレッジマネジメントへむけて
― 知識検索・整理および基盤技術 ―

Toward Knowledge Management
― Knowledge Navigation and Agent Technologies ―

幡鎌　博 *1　津田　宏 *2　益岡　竜介 *3
Hiroshi Hatakama　Hiroshi Tsuda　Ryusuke Masuoka

∗ 1　富士通株式会社
Fujitsu Limited, Yokohama, 222-0033, Japan
∗ 2　富士通研究所 マルチメディアシステム研究所
Multimedia System Laboratory, Fujitsu Laboratories Ltd. Kawasaki, 211-8588, Japan
∗ 3　富士通研究所 パーソナルシステム研究所
Personal Systems Laboratory, Fujitsu Laboratories Ltd. Fukuoka, 814-8588, Japan

19YY 年 MM 月 DD 日　受理

Keywords: knowledge management, document directory, text mining, agent, facilitator

1. は　じ　め　に

欧米の経営者の間では,「ナレッジマネジメント」という言葉が 90 年代後半より声高に叫ばれ始め, 既に多くの事例が出てきている. 日本においても, ナレッジマネジメント向けの製品が多く出始めている.

ナレッジマネジメントとして核となる考え方は,「知識資産」「ナレッジワーカー間の知識共有/移転/再利用」「ベストプラクティス共有」「知識のライフサイクル管理」といった考え方である [紺野 98] [Davenport 98]. ただし, 現在のナレッジマネジメント活動では知識ベースシステムを活用することは主流ではない. 文書等の一般的な資料/生産物や各ナレッジワーカーの頭の中にある知識, データマイニングで発見する知識が主な対象となっている. それは, ナレッジマネジメントの主な目的が, 速い環境の変化へ対応することであるため, 新鮮な知識を活かすことに主眼が置かれる場合が多いからである.

文書等の一般的な資料/生産物の中の知識を共有する場合のポイントは, 探している人にとって役立つ「知識」を含む資料なのかが, すぐに分かることである. そのために, 資料の作者の情報にエキスパート情報を含めたり, 参照の回数を見えるようにしたり, どこで役立ったかといった評価等の付加情報が入れられる. 役に立った資料の作成者に報酬を与えることで, 共有される知識の質を高めることもされている. エキスパート情報をもたらすために, 部門全体/全社的に正確にスキルレベルを計測してスキルリポジトリを作る事例も少なくない (例えば, Microsoft の SPUD プロジェクト [Davenport 98]).

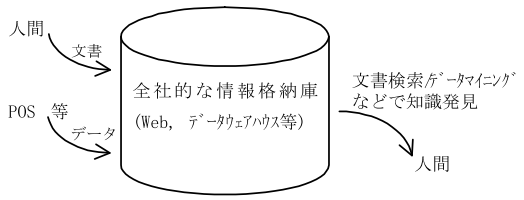
組織の中に埋め込まれた知識を分析するために, 野中等は暗黙知に着目した [Nonaka 95]. 野中等は, 継続的な知識創造は, 暗黙知と形式知のスパイラル変換によってもたらされるとしている. 組織の中に埋め込まれた知識を, マルチエージェント等のシミュレーションで表現する研究も行われている [幡鎌 97]. このようなシミュレーションにより, 組織の中の知識の動的な振る舞いを理解するのに役立つ.

ナレッジマネジメント向けのシステムは, 使い方から次の 3 種類に分類できる.

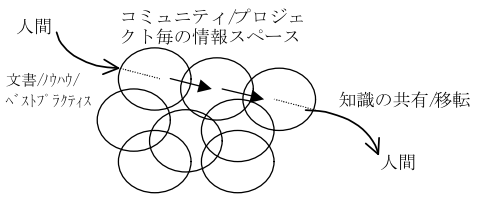
(1)　知識発見の支援：文書検索やデータマイニングなどのツールを利用して, 全社的な情報格納庫 (Web, データウェアハウス等) から知識を発見する使い方である. 発見的な文書検索の効率は悪いが, 2 章で紹介する文書ディレクトリ自動生成のような技術を用いることで, 発見の効率は改善される.

(2)　コミュニティやプロジェクト活動での知識共有の支援：コミュニティ (部署など) やプロジェクトの活動で, 専門的な知識の共有/移転を支援するシステムでは, 特にコミュニティ/プロジェク

1. 知識発見の支援



2. コミュニティやプロジェクト活動での知識共有の支援



3. プロセス管理の中で知識共有・ロ再利用の支援

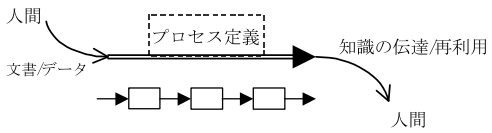


図 1 ナレッジマネジメントシステムの種類

ト間での知識の共有/移転が重要となる．システムを使わない場合には，人的なつながりやエキスパート情報をたどって，知識を共有/移転してきた．グループウェア・プロジェクト情報管理のようなシステムを用いることで，知識の在り処をたどることを支援できた．さらに，3 章で紹介するエージェント基盤を用いることで，ファシリテータが知識源を特定して，検索などの仲介/振り分けを自動化できるようになる．

(3) プロセス管理の中で知識共有・再利用の支援：業務のつながりの中で，知識の共有が必要となる場合がある．その場合には，ワークフローや文書管理システムを使い，知識 (文書など) を効率的に再利用してゆく仕組みが使われる [DMR]．そのようなシステムにより，業務の場面に応じた知識を確実に伝達/再利用できる．

図 1 に，上記の 3 種類のナレッジマネジメントシステムの機能を図示する．表 1 に，3 種類のナレッジマネジメントシステムの特徴と，関連する人工知能 (AI) 技術を示す．

ナレッジマネジメントシステムに対して，次のような分野の AI 技術の適用が期待されている．

- 自然言語処理：文書検索だけでなく，ナビゲーションやノウハウ検索の支援に適用されることが期待されている．効率的な文書共有のためには，単なる検索だけでなく，文書の抽出・要約の技術も重要である．
- エージェント技術：分散した知識を共有するための分散システムの共通基盤として，エージェント指向のシステム基盤が期待されている．オントロジーやファシリテータ技術により，分散システム間での知的な協調を支援できるからである．
- 知識発見：データマイニングによりデータウェアハウスから知識を発見することができる．ナレッジマネジメントでは，さらに文書を含むマイニングが重要となっている．また，発想支援のためのシステム [Sugiyama 97] を，知識発見の支援に使う事例 [渡部 98] も出ている．
- 知識ベース：全体のナレッジマネジメントシステムの中で，知識のライフサイクルに対応した構成エレメントとしての知識ベースシステムの使い方が望まれている.[Liebowitz 97]
- 知識記述：知識をどのように記述するべきかの議論が盛んである．XML/RDF[XML] のような情報の構造化に根ざしたメタデータの記述により，知識の共有を効率化できると期待されている．また，オントロジー [溝口 97] に関しては，エージェント間のオントロジー (3 章で後述) だけでなく，人間の間でのオントロジーとしての語彙集を知識共有に適用する使い方 (例えば，フィルタリング) もされている．[O'Leary 98]

学術会議では，ナレッジマネジメントへの AI の適用について，次のような場で議論されている．1993 年から行われている International Symposium on the Management of Industrial and Corporate Knowledge [ISMICK] には，AI 関係者も多く参加して，組織の中の知識共有の問題等を議論している．Knowledge Acquisition Workshop[KAW] の活動においても，1997 年あたりから，ナレッジマネジメントがテーマに加わった．

本稿では，AI のナレッジマネジメントへの応用として，次の 2 つの技術を解説する．まず，2 章では，文書情報のナビゲーションのしやすさを支援するためにディレクトリを整理する技術を解説する．3 章では，分散システムでの知識共有のための，エージェント技術を使った共通基盤について解説する．

2. 文書ディレクトリ作成の自動化

本章では文書ディレクトリの自動生成について，これまでの研究を概説し，テキストマイニングによる一手法を紹介する．

特徴 / 分類	利用できる知識源の範囲	知識源の定義	知識利用の効率性	関連するAI 技術分野
知識発見	広い	不要	悪い	自然言語処理, 知識発見, 知識記述
コミュニティ/プロジェクト活動での知識共有	幾分絞られる	若干の定義 (アドバタイズ等)	中	エージェント技術, 知識記述
プロセス管理の中での知識共有・再利用	限定される	厳密な定義が必要	良い	知識ベース, 知識記述

表 1 ナレッジマネジメントシステムの特徴と関連する AI 技術分野

2・1 文書情報整理

ナレッジマネジメントでは, 社内やグループ内の大量文書を, 知識として再利用するため, 情報検索・整理技術が重要となる. 情報検索に関しては [篠原 98] に解説があるため, ここでは文書情報の整理 (組織化, オーガナイゼーション) に主眼を置こう. 中でも, Yahoo に代表される文書ディレクトリ[*1]整理の自動化は AI の応用としてもふさわしい課題である.

2・2 文書ディレクトリとその課題

インターネットにおいては, 全文検索系と比べ文書ディレクトリ系には次のような特徴がある.

- クリックするだけで目的の文書に到達したり, ナビゲーションできる簡便なインタフェース.
- 質の良い文書のみを登録.
- 静的なタクソノミやシソーラスではなく, ダイナミックに階層を更新し, 文書の交叉分類も許す.
- HTML ファイル群のため運用が軽い.

ディレクトリの問題点は, 維持のためのコストである. Yahoo では「サーファ」と呼ばれる専門家がディレクトリのメンテを行っている. 登録申請のあった URL の内容をチェックし, 適当な複数のカテゴリをつけることで, 高い質を維持している [及川 97]. AI 技術を応用して, いかに文書整理を自動化し維持コストを減らすかが課題である.

2・3 文書ディレクトリ自動化の取組み

文書コンテンツから文書ディレクトリを自動作成する, これまでのアプローチを概説し, テキストマイニングのプロセスとして捉えることにしよう.

〔 1 〕 **3** つのアプローチ

文書ディレクトリは, カテゴリの階層関係と, カテゴリから文書へのマップの二種類の情報から成る. どの情報を自動化するかにより, 大別して

- クラスタリング (clustering)
- クラシフィケーション (classification)
- 階層キーワード索引

のアプローチがある.

クラスタリングとは, 既存の分類体系に因らずに文書群をクラスに分けることである. カテゴリ階層, 文書へのマップの両方を自動化することに相当する. できあがったクラスが階層を成す階層クラスタリング [Willet 88] が文書ディレクトリと関連が深い. Scatter&Gather[Hearst 96] のように, クラスタリング精度は低いが高速なアルゴリズムにより全文検索の結果をリアルタイムに表示するインタフェースにも利用されている. また, 自己組織化マップ [Kohonen 95] のように結果の視覚化も重要である.

クラスタリングでは元文書群の特徴を反映したクラスができるが, 一般に精度は低い. また通常文書間の距離計算が必要なので計算量は多くなる. さらに, できあがったクラスにどうラベル付けするかは, 文書ディレクトリとしては特に大きな問題である.

次のクラシフィケーションは既存の分類体系に文書を当てはめるもので, 実験的なサービスもいくつか行われている. カテゴリ階層を固定し, 文書へのマップを自動化することに相当する. 精度はクラスタリングに比べて高いが, 分類は汎用的になる傾向があり, 新トピックへの対応は難しい. また, 機械学習のための教師例や分類キーワード等を人手で与える必要もある.

三番目の階層キーワード索引は, 複数のキーワードの組み合わせを満たす文書群を階層状に提示するインタフェースである. 文書へのマップを固定し, カテゴリ階層を自動作成することに相当する. Cat-a-Cone[Hearst 97] では, 階層的に辿ったキーワード群が, ConeTree 上で 3D アニメーションにより表示される. 我々のアプローチもこれに属し **2・4** 節で紹介する. 階層キーワード索引は, 文書とキーワードの関係をそのまま使い特に分類はしないため, 分類ミスはなく, また文書を複数のカテゴリに配置するのも自然に行われる.

〔 2 〕 テキストマイニング

文書ディレクトリ生成を, 図 2 のようなテキストからの知識発見のプロセスとしてとらえよう. DB からの知識発見 (KDD)[Fayyad 96] に加え, 形態素解析などを用いてテキストをキーワード列などにモデル化するフェーズが必要となる. またキーワードクリーニングとは, ルールや辞書でキーワードを統制することで, その後のマイニングの処理の精度を上げるフェーズである.

*1 LDAP のような「ディレクトリサービス」と混同されるためこのように呼ぶことにする

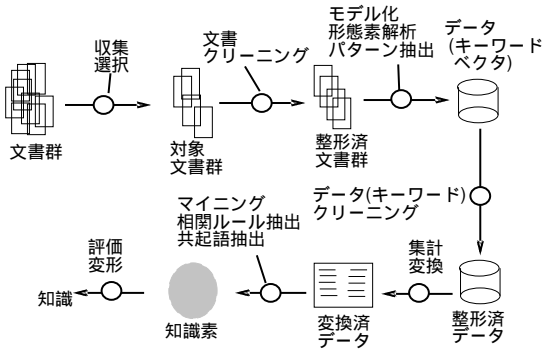


図 2　テキストからの知識発見プロセス

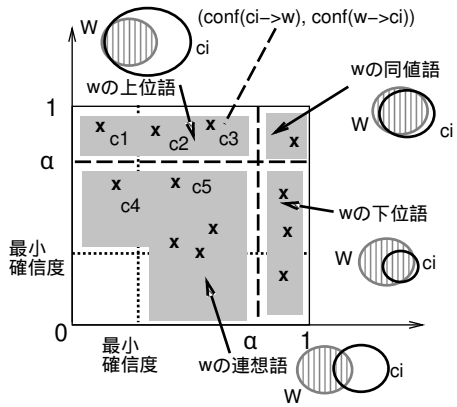


図 3　擬似包含モデル
キーワード集合 w に対し, 各キーワード集合 c_i の $(conf(c_i \to w), conf(w \to c_i))$ をプロットする. 緩和度 α を与えることで 4 つの領域に分割できる. 包含の度合により, 同値/上位/下位/連想関係とする.

2・4　テキストマイニングによる文書ディレクトリ作成の実例

本節では, 階層キーワード索引の一手法 [津田 98] と, その社内文書ディレクトリへの応用を述べる. まず, データマイニングの相関ルールの手法を利用してキーワード集合間の階層/連想関係を抽出する. 次にキーワード集合としてノードをラベル付けし, 上記の関係を元にハイパーテキストによる静的な文書ディレクトリを自動作成する.

〔 1 〕 キーワード集合間関係の抽出

キーワード間の出現相関によりシソーラスを自動構築する研究は古くから行われている [Doyle 62]. 固定したシソーラスに比べて, 新キーワードに対応できたり, 元文書群の傾向を反映するのが特徴である. 最近では, WWW 検索の結果に共起度の高い関連語を提示するサービスも行われている [河野 96].

これらの研究が 2 キーワード間の相関を取り出すのに対し, ここではキーワード集合間の階層関係を抽出する. ここで, $A \sqsupseteq B$ を A は B の上位語を表すとすると, 階層関係とは { 音楽, CD} $\sqsupseteq$ { ビデオ } や { カード } $\sqsupseteq$ { 銀行, CD} のような関係である. “CD” のような多義語であっても, 集合で他キーワードと関連させることで語義を分離できる. キーワード集合はディレクトリでは,「音楽・CD」というパスのノードと「銀行・CD」の異なるノードで表現される.

相関ルール抽出アルゴリズムはデータマイニングの代表的手法である [Fayyad 96]. ここでは, レコードとして (文書番号, キーワード集合) が与えられている. 通常抽出されるルールは $B \to H$ (B, H はキーワード集合) の形をしており,

- サポート: $sup(B \to H) = (B \cap H$ を含む文書数)/全文書数
- 確信度: $conf(B \to H) = (B \cap H$ を含む文書数)/(B を含む文書数)

により評価される. Apriori 等効率良くキーワード集合を数えあげるアルゴリズムが知られている.

ただし, 相関ルールでは両辺の間にどのような関係があるかはわからず, そのままカテゴリ間の遷移に用いるには問題である. そこで図 3 のような, キーワードを含む文書集合の擬似包含モデルにより, キーワード集合間の階層・連想関係を導入する. 文書がほぼ包含されているキーワードは下位語となるため, 文書ディレクトリとしては自然であろう. Apriori アルゴリズムにより得られたキーワード集合から, 擬似包含モデルによる階層/同値関係を得る手続きは [津田 98] に示している.

〔 2 〕 ディレクトリ生成

ディレクトリ生成とは, 各カテゴリ (キーワード集合に相当) のノードをハイパーテキスト (HTML) により生成し, それらの間に上で得られた階層/連想関係を元にしたリンクを張ることである.

カテゴリの階層関係は, 相関ルールのような統計頻度だけによるものだと不自然な場合があるため, 現実には管理者が手を入れることができる必要がある. そこで, 相関ルールで得られた階層関係のうち, 管理者が与えた階層関係やキーワードの文字列包含による階層関係 ({ 情報 } $\sqsupseteq$ { 情報処理 } など) と矛盾しないものをマージしている.

〔 3 〕 社内文書ディレクトリへの適用例

約 1,000 の社内ページに対して, 本手法により Yahoo 風のディレクトリを試作した. キーワードは, 該当 URL またはそのリンク先文書の本文から形態素解析を行い, 名詞または名詞列を取出している. 図 4 はそのノードの一例である. カテゴリとしては約 1,800

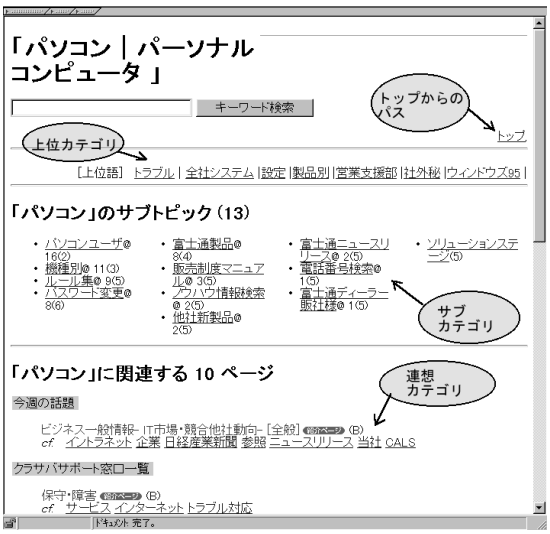


図 4 文書ディレクトリ画面例
パス, 上位/サブ/連想カテゴリへのリンクが含まれている.

がある.

各ノードに含まれるリンク情報の意味と用途は以下である.

- パス: トップからの最短パスのうち一つ. 迷子になるのを防ぐ. (図 4 では「パソコン」がトップの直下であることを示している)
- 上位カテゴリ: 検索範囲を広げるのに用いる.
- サブカテゴリ: 検索範囲を狭めるのに用いる.
- 連想カテゴリ: 文書から連想されるカテゴリで, ブラウジングや発見的行動に用いる.

各種リンクを整理して提示することで, ユーザは検索の絞り込みや緩和, ブラウズといった多様な行動を取ることができる.

3. エージェントによる知識共有

この章では, ナレッジマネジメントにおいて重要な知識共有をエージェントによって実現する方向について説明する.

3・1 エージェントとナレッジマネジメント

エージェントという言葉は人によっていろいろな意味を持ちうる. ここでは [Nwana 96] に従って以下のようにエージェントが分類されるとする.

- Collaborative agents
- Interface agents
- Mobile agents
- Information/Internet agents
- Reactive agents
- Hybrid agents
- Smart agents

これらのうち, ナレッジマネジメントと機能的に関係しうるものとしては, Interface agents と Collaborative agents である. *2

前者の Interface agents はユーザがコンピュータやネットワークに対して操作する際に何らかの手助けをするソフトウェアである. ナレッジマネジメントを社内だけに限定したとしても, 多種多様な情報源がネットワークで接続されることにより, ユーザの情報過負荷 (information overload) が懸念される. そのような状況の中で, ユーザの観察やユーザからのフィードバックなどの情報をもとに, できるだけ正確にユーザの意図を反映することより, ユーザの負担を軽くすることを目指すのが Interface agent のナレッジマネジメントでの主な役割である. 具体的な役割としては, 例えば適切な検索キーワードの選択, ユーザに適切な情報を提示するための検索結果の整理などがある. この形のエージェントをナレッジマネジメントに適用した製品としては, [Autonomy] の Agentware がある.

後者の Collaborative agents は, エージェント間の自律性と協調性に重点をおき, 与えられたタスクを実行するエージェントである. 以下, この Collaborative agents に集中して解説していく. Collaborative agents がナレッジマネジメントにおいて重要な知識共有を実現する基盤になると考える根拠を以下に示す.

- ネットワーク上に分散する多種多様な情報源を, 異なるシステムを越えてネットワーク上の自律的な要素であるエージェントとして抽象化する. 自律的な要素として定義しているのでそれぞれの部署の管理の自律性を比較的損なうことがない.
- ユーザの求めるものを, エージェント同士のメッセージのやり取り (協調) により, それらの情報源を組み合わせてある程度自動的に与えることができる. 協調を用いてタスクを実行することで, 自律的な管理下にある情報源の状態推移, 新しい情報源の追加などの変化に柔軟に対応することができる.

ナレッジマネジメントで対象になる情報源はしばしば各部署で自律的に管理されている. 管理が分散していると, 例えば情報を保持しているシステムやそれぞれの情報の形式や語彙などが異なり, また情報源の運用やセキュリティのポリシーなども異なる. それらの違いは各部署での都合や効率, あるいは歴史的な事情

*2 ここではエージェントの「何であるか」(機能的な面) でのタイプをあげ, Information/Internet agents などの「何をするか」でのタイプはあげなかった. また論文中で "*aspiration* of agent researchers" ととらえられている Smart agents もあげなかった.

などにより選択されている.

それらの違いをなくすために統一的な仕組みをトップダウン的に強制することも可能であるが, 工数も大きくなり, 必ずしも各部署にとってベストのソリューションとは限らない. また一度, 統一的な仕組みを作ってしまうと, どうしても固いシステムになりがちであり, 会社の合併による新しいシステムの導入や, BPR (Business Process Reengineering) などによる新しい見方, 仕組みの導入による変化への対応が難しい. 現代の変化の速さを考えると, 違いがあることを前提に統合することが肝要であると考えている.

従ってナレッジマネジメントでは管理の自律性を保持しながら, 組織内のいろいろな部署に分散している情報源を有機的に統合して, できる限りの知識共有を実現することが必要であり, それが上にあげた二点につながる.

現在エージェント以外にもシステムレベルで情報源を統合する仕組みが [Domino Extended Search], [Universal Data Access], [OmniConnect] などいくつか提案されているが, 自律的な情報源の抽象化, 協調による柔軟性などに関してエージェントの枠組みが先んじていると考えている.

3・2 エージェントシステムとファシリテータ

この節では我々のエージェントシステム SAGE (Smart AGent Environment, [菅坂 98], [Masuoka 98]) についてファシリテータを中心にその概要を紹介する.

SAGE は Collaborative agents の一種を実現したものである. エージェント同士が協調するために使う, エージェント間の通信言語としては DARPA の KSE (Knowledge Sharing Effort, [KSE]) による ACL (Agent Communication Language) を採用している. すなわちメッセージのトランスポーテーションレイヤーには KQML [Finin 94] を, コンテント言語には KIF [Genesereth 92] を使っている.

基本的なアーキテクチャとしては, Virtual Catalog [Keller 96] の構造を採用した. ユーザをユーザエージェントによって, 情報源をデータベースエージェントとしてエージェント化する. 仲介エージェントであるファシリテータがそれらの間のメッセージを仲介し, 複数の情報源を仮想的に統合する.

以上の構造をもとに, SAGE ではさらに自律的な管理のもとにある情報源を統合するための具体的な各種機能を備えている.

データベースエージェントはアドバタイズメッセージだけではなく, すでに送られたアドバタイズメッセージの内容を否定するアンアドバタイズメッセージも使って動的に情報源の状態をファシリテータに伝えることができるようになっている.

ファシリテータではオントロジー変換による情報源における語彙の違いの吸収, ある情報源から完全に欠落している項目があった場合の情報の統合などを可能にしている.

ユーザエージェントでは, 企業が持つファイアウォールを越えるために Java Applet が提供する GUI からの HTTP でのアクセスを可能にしている. また Java Applet による GUI とそれに応じた ACL との変換はドメイン非依存にファイルから生成される仕組みを用意している.

また全体の仕組みでは一カ所に情報を集めることもないので, 検索時にいつも個々の管理のレベルで最新の情報を得ることができる.

以上までで簡単に SAGE の機能的, 構造的な面の概要を述べたが, 以下で SAGE の概念的な面の特徴を記述する.

SAGE ではメッセージをやり取りする自律的な要素であるエージェントの中で, 特にファシリテータを以下のように定義している.

【定義 **1**】(ファシリテータ) ファシリテータとは他者から獲得したモデル, 情報に基づき, それに主に基づいてメッセージの仲介サービスを提供するエージェントである.

SAGE はこのファシリテータを中心に “Glueware” を実現していると考えている. “Glueware” とはネットワーク上に分散した多種多様な情報源をユーザの求める形に連携して提供することを容易に実現するものである. 情報源の (データベース) エージェント化によりシステムレベルで多種多様な情報源を連携させることが可能になる. さらにファシリテータが提供する以下の機能が多種多様の情報源を結び付ける “Glue” (糊) の中心的な役割を果たす.

- 適切なエージェントの選択によるメッセージの仲介
- メッセージの異なるオントロジーへの翻訳
- 複数のエージェントから得る回答メッセージの調整, ソートなどの後処理

ファシリテータは他のエージェントのモデルに基づき, 上記の機能を提供するが, そのモデルを獲得する際に重要なのがオントロジーとアドバタイズである. 我々が SAGE のために採用したオントロジーの定義は以下のようになる. (この定義は [SKC] と一致している.)

【定義 **2**】(オントロジー (**ontology**)) オントロジーとは, 用語とそれら用語間の関係の集合である. この定義のオントロジーをエージェント達が共有する

ことにより, やり取りされるメッセージの意味がより明確になる.

アドバタイズは以下のように定義する.

【定義 3】(アドバタイズ (**advertise**)) アドバタイズとは, エージェントがオントロジーの持つ用語を使って表現されるメッセージのうち, どのようなものが処理できるかをメッセージで伝えることである.

ファシリテータは情報源をエージェント化したデータベースエージェントからアドバタイズのメッセージを受け取り, 各情報源をメッセージを処理するものとして自分の中にモデル化し, 仲介や翻訳などの機能を提供する.

3・3 応　用　例

この節ではエージェントの応用例を二つ紹介する.

最初の応用例ではエージェントシステムを使って, ナレッジマネジメントの知識共有の初期の段階を実現している.

このシステムでは社内に分散された文書の共有を実現している. 前節で示したエージェントシステム SAGE を図 5 のようにナレッジマネジメントに適用した [黒瀬 98]. ここでは各種の検索エンジンである情報源のデータベースエージェント化による「システムレベルの連携」と, ファシリテータによる「適切なエージェントの選択によるメッセージの仲介」の機能を主に使っている.

後者ではファシリテータが, 文書のカテゴリの情報とそれらの文書が含むキーワード情報のアドバタイズメッセージをもとに選ばれたデータベースエージェントに, ユーザエージェントからのメッセージを仲介している.

もう一つの応用例は SAGE の EC (Electronic Commerce) への適用である [菅坂 98]. この応用例自体はナレッジマネジメントではないが, ナレッジマネジメントの次段階のベースとして紹介する. この次段階としては, テキストだけではなく RDB (Relational DB) や XML (eXtensible Markup Language, [XML]) などのより構造化された情報を持つ情報源の知識共有を実現する段階を考えている.

この例では関係データベースの仮想データベース統合を実現しており, 異なるオントロジーを使うデータベースエージェントに対するオントロジー変換, データベースエージェントが持つスキーマ情報によるルーティング, 特定の情報を欠いているデータベースエージェントの活用を可能にすることなどを実現している.

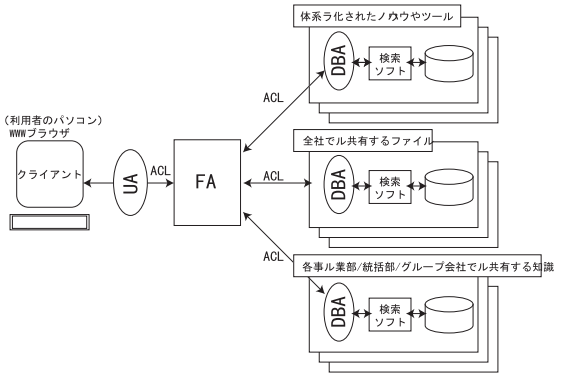


図 5 エージェント技術のナレッジマネジメントへの適用: 社内に分散された各種検索エンジンをデータベースエージェント化した. データベースエージェント (DBA) は各検索エンジンがもつ文書のカテゴリとそれらの文書が含むキーワードをファシリテータ (FA) にアドバタイズする. ユーザは検索対象のカテゴリとキーワードを指定して, 文書の検索を依頼する. それをユーザエージェント (UA) が ACL のメッセージに変換しファシリテータに送る. ファシリテータはアドバタイズ情報をもとに選択したデータベースエージェントに検索の依頼を送り, 返ってきた結果を統合, 必要に応じてソートなどをする. 統合された結果はユーザエージェントに返され, 最終的にユーザに表示される. エージェント間のメッセージは全て ACL で行われる.

4. お　わ　り　に

本稿では, ナレッジマネジメントのための 2 つの技術 (文書情報のナビゲーションのしやすさを支援するためにディレクトリを整理する技術, エージェントを使った共通基盤) を解説した.

今後の重要な方向としては, コンテンツやメタデータ [浦本 98] が XML [XML] 化されることにより, 業務の文脈や意味空間を意識して知識の発見/共有を支援するシステムが期待される.

知的な協調を支援するために, AI 技術がどのように使われるかという点で大きな可能性がある. AI では, これまで知識獲得が大きなテーマであったが, 人の頭の中や文書の中にある知識を共有してゆくための AI の適用が重要になってきたと言える.

謝　辞

有意義なコメントをいただいた富士通研究所の有馬淳氏, 松井くにお氏, 学会担当委員の方に感謝いたします .

◇ 参　考　文　献 ◇

[Autonomy] Autonomy,
http://www.autonomy.co.uk/

[Davenport 98] Davenport, T. H. and Prusak, L.: *Work-*

ing Knowledge : How Organizations Manage What They Know, Harvard Business School Press (1998).
[DMR] DMR White Paper, Knowledge Management Advances, http://www.dmr.com/english/whitepapers/managadv.html
[Domino Extended Search] Lotus: Domino Extended Search, http://www.lotus.com/home.nsf/welcome/domsearch
[Doyle 62] Doyle, L. Indexing and Abstracting by Association. Part1. *SP-718/001/00. Santa Monica, CA:System Development Corp. (1962).* (In *Readings in Information Retrieval*, pp. 25–37, Morgan Kaufman (1997)).
[Fayyad 96] Fayyad, U.M., Piatetsky-Shapiro, G., Smyth, P., and Uthurusamy, R. (Eds). *Advances in Knowledge Discovery and Data Mining.* MIT Press (1996).
[Finin 94] Finin, T. et al.: Specification of the KQML Agent-Communication Language, (1994), http://www-ksl.stanford.edu/knowledge-sharing/papers/README.html#kqml-spec
[Genesereth 92] Genesereth, M. and Fikes, R.: Knowledge Interchange Format Version 3.0 Reference Manual, (1992), http://www-ksl.stanford.edu/knowledge-sharing/papers/README.html#kif
[幡鎌 97] 幡鎌博，寺野隆雄：組織における知識活動のマルチエージェントモデル，経営情報学会誌，Vol.5, No.2, pp.41-61 (1997).
[Hearst 97] Hearst, M. and Karai, C. Cat-a-Cone: An Interactive Interface for Specifying Searches and Viewing Retrieval Results using a Large Category Hierarchy. *ACM SIGIR 97* (1997).
[Hearst 96] Hearst, M. and Pedersen, J.O. Reexamining the Cluster Hypothesis: Scatter/Gather on Retrieval Results. *ACM SIGIR 96* (1996).
[ISMICK] ISMICK, http://www.hds.utc.fr/~iiia/ISMICK.html
[紺野 98] 紺野 登：知識資産の経営，日本経済新聞社 (1998).
[KAW] KAW, http://ksi.cpsc.ucalgary.ca/KAW/
[河野 96] 河野浩之，長谷川利治．WWW 情報空間における文書データマイニングを用いた知的検索システム．アドバンストデータベースシンポジウム, pp. 27–34, 情処 DB 研 (1996).
[Keller 96] Keller, A. M. and Genesereth, M.: Multivendor Catalogs: Smart Catalogs and Virtual Catalogs, *EDI Forum, The Journal of Electronic Commerce*, Vol. 9, No. 3, (1996).
[Kohonen 95] Kohonen, T. *Self-Organizing Maps.* Springer-Verlag (1995). (徳高, 岸田, 藤村 訳「自己組織化マップ」シュプリンガー・フェアラーク東京 (1996)).
[KSE] Knowledge Sharing Effort, http://www-ksl.stanford.edu/knowledge-sharing/
[黒瀬 98] 黒瀬 邦夫 編: 富士通のナレッジ・マネジメント, ダイヤモンド社, (1998).
[Liebowitz 97] Liebowitz, J. and Wilcox, L. C.: *Knowledge Management and Its Integrative Elements*, CRC Press (1997).
[Masuoka 98] Masuoka, R. et al.: SAGE and Its Application to Inter-company EC, *Proceedings of PAAM98*, pp.123 - 135, (1998).
[溝口 97] 溝口 理一郎, 池田 満: オントロジー工学序説– 内容指向研究の基盤技術と理論の確立を目指して–，人工知能学会誌, Vol.12, No.4, pp.559-569 (1997).
[Nonaka 95] Nonaka, I. and Takeuchi H.: *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*, New York: Oxford University Press (1995). (梅本訳「知識創造企業」, 東洋経済新報社, 1996) .
[Nwana 96] Nwana, H. S.: Software agents: an overview, *The Knowledge Engineering Review*, Vol. 11:3, pp. 205 - 244, (1996).
[及川 97] 及川正隆. ディレクトリサービスはこう使え. PC Computing 日本語版, Vol. 11, pp.152–153 (1997).
[OmniConnect] Sybase OmniConnect, http://www.sybase.com/products/entcon/omni.html
[O'Leary 98] O'Leary, D. E.: Using AI in Knowledge Management: Knowledge Bases and Ontologies, *IEEE Intelligent Systems*, Vol.13, No.3, pp.34-39 (1998).
[篠原 98] 篠原 靖志, 提 富士雄. 知的情報検索の応用の現状と課題. 人工知能学会誌, Vol.13, No.5 (1998).
[SKC] Scalable Knowledge Composition, http://www-db.stanford.edu/SKC/index.html
[菅坂 98] 菅坂 玉美 他: 知的エージェント環境 SAGE の企業間 EC への応用, 電子情報通信学会論文誌 Vol.J81-D-I No.5, pp. 468 - 477, (1998).
[Sugiyama 97] Sugiyama, K., Misue, K., Watanabe, I., Nitta K. and Takada, Y.: Emergent media environment for idea creation support, *Knowledge-Based Systems*, Vol.10, No.1, pp.51-58 (1997).
[津田 98] 津田 宏. テキストマイニングを用いた文書のディレクトリ整理. ソフトウェア科学会 15 回大会 (1998).
[Universal Data Access] Microsoft Universal Data Access, http://www.microsoft.com/data/
[浦本 98] 浦本直彦, 武田浩一. インターネットでの情報の記述と交換方式の最近の動向. 人工知能学会誌, Vol.13, No.4, pp.519–527 (1998).
[渡部 98] 渡部勇，三末和男: DE-FACTO 新しい発想支援技術の誕生，月刊アドバタイジング，No.502, pp.54-57 (1998).
[Willet 88] Willet, P. Recent Trends in Hierarchic Document Clustering: A Critical Review. *Information Processing & Management*, Vol. 24, No. 5, pp.577–597 (1988).
[XML] W3C の XML ページ, http://www.w3.org/XML/

著 者 紹 介

幡鎌 博 正会員)

1982 年 3 月 京都大学 理学部 卒業．同年 富士通(株)入社．現在，ソフトウェア製品に関する調査・企画に従事．1995 年 3 月 筑波大学 大学院 経営システム科学専攻 修士課程修了．1995 年度 経営情報学会 秋期全国大会 発表賞受賞．ナレッジマネジメント，組織学習，マルチエージェント学習に興味を持つ．情報処理学会，経営情報学会各会員．

〈hatakama@sysrap.cs.fujitsu.co.jp〉

津田 宏

1987 年 3 月 東京大学 理学部 情報科学科卒業．1989 年 3 月 同大学院 情報科学専攻 修士課程修了．同年 4 月 富士通研究所入社．同年 7 月–1995 年 3 月 新世代コンピュータ技術開発機構に出向．博士 (理学)．論理プログラム, 自然言語理論, 文書情報処理に関する研究に従事．情報処理学会, ソフトウェア科学会, ACL 会員．

〈htsuda@flab.fujitsu.co.jp〉

益岡 竜介

1985 年 3 月 東京大学 理学部 数学卒業．1987 年 3 月 東京大学 大学院 数理科学専攻 修士課程修了．1988 年 4 月 富士通研究所入社．主としてエージェントに関する研究に従事．情報処理学会, IEEE 会員．

〈masuoka@flab.fujitsu.co.jp〉