

組織における知識継承のモデル化

藤田 幸久[†] 仲瀬 明彦^{††} 中山 康子^{††} 鳥海不二夫[†]
石井健一郎[†]

Knowledge Management Modeling in Organizations

Yukihisa FUJITA[†], Akihiko NAKASE^{††}, Yasuko NAKAYAMA^{††}, Fujio TORIUMI[†],
and Kenichiro ISHII[†]

あらまし 現在ナレッジマネジメントとして、経験や事例から導かれた様々な知識継承手法が提案されている。しかし、これらの手法の多くは成功事例報告があるのみでその効果は定量的に実証されていない。そこで本研究では、組織における知識継承のモデルを提案することにより、ナレッジマネジメントの効果を解析することを目的とする。本論文では組織内で知識が継承されていく様子をマルチエージェントシミュレーションによって表現する。シミュレーションの結果、知識データベース、ナレッジマネージャを導入することにより、組織全体のパフォーマンスが向上することが確認された。また、本モデルを用いて 2007 年問題を表現した結果、組織全体の経験知が失われることを確認した。また、対策として知識データベースの導入、ナレッジマネージャの導入、定年の延長、中途採用の増加をそれぞれ行った結果、知識データベース、ナレッジマネージャが有効であることが確認された。

キーワード マルチエージェントシミュレーション、ナレッジマネジメント、人工社会、2007 年問題

1. ま え が き

近年、ナレッジマネジメントはプロジェクトを成功に導くための有効な手段の一つとして注目されている [1]。これまで組織固有のノウハウや知識は組織内の各個人が保持するにとどまり、組織的な活用が図られてこなかった。このような状態では、重要な知識を保持している人間が組織を離れるとプロジェクトが機能せず、組織全体の作業能率が著しく低下するなどの問題が指摘されている [2]。また、2007 年問題に代表されるように、多くの経験、ノウハウをもった人間が一斉に組織を離れることにより、今まで培われた知識、技術が失われることが危惧されている。そこで、組織内での知識継承策であるナレッジマネジメントが必要となる。

ナレッジマネジメントを研究対象とした場合、知識をどのように扱うかが問題となる。知識は量、質の

両面をもっているが、同時に扱うのは困難であり、どちらか一方を主眼においた研究がなされている。知識を質的に扱った研究には、プロジェクト間での知識転移を扱っているもの [3] やデータベースなどを用いた支援システムを扱ったもの [4] がある。これらの研究では知識の継承、及び創造のためのマネジメント手法を考案している。また、知識を量的に扱った研究として、犬塚ら [5] のものが挙げられる。犬塚らはナレッジマネジメントを成功させるには最適なマネジメントスタイルを検討する必要があるとして、定量的な評価を試みている。同研究では知識の再利用に着目しており、組織内での知識獲得効率の面からナレッジマネジメントについて論じている。

本研究では、組織におけるナレッジマネジメントの効果を、組織内での知識利用、及び作業効率の面から定量的に評価するための知識継承モデルを提案する。これにより、これまでプロジェクト内で手探りで行われていたナレッジマネジメントに代わり、系統的で効果的なナレッジマネジメントが可能となり、作業能率の向上が図れると期待される。また、マネジメント手法を考案するにあたり、手法の効果を容易に確認することが可能になる。

[†] 名古屋大学大学院情報科学研究科, 名古屋市
Graduate School of Information Science, Nagoya University,
Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya-shi, 464-8603 Japan

^{††} (株) 東芝研究開発センターシステム技術ラボラトリー, 川崎市
Toshiba Corporation 1, Komukai-Toshiba-cho, Saiwai-ku,
Kawasaki-shi, 212-8582 Japan

以下, 2. で提案したモデルの詳細, 3. で提案モデルを使用したシミュレーションの説明, 4. でシミュレーションによる評価, 及び 2007 年問題の実装と対策の検証, 5. でまとめと今後の課題について述べる.

2. モデル

2.1 概要

本研究ではマルチエージェントシミュレーションを用いて個々のエージェントの動作を記述することにより, 組織全体の振舞いを解析する.

そこで本モデルでは, 経理, 開発, 営業などいくつかの部門より構成された会社組織を考える. そして, その構成員である労働者, 及びナレッジマネージャをエージェントとする. ここで, ナレッジマネージャとは知識の獲得, 流通, 活用を行うために知識を管理する専門職である.

作業を特定の知識の使用と考え, 各エージェントはもっている知識を利用して作業を行う. 作業時に現状の知識では十分なパフォーマンスが得られない場合, エージェントは他の労働者から知識を継承し, またはツールなどを用いて知識を共有し, 作業に必要な知識を得るものとする. なお, パフォーマンスとは労働者が 1 回に処理できる作業量である.

2.2 知識モデル

2.2.1 知識の種類

業務を遂行する上で用いる知識は, 教育やテキストで学ぶことができる形式知, 業務経験を通じて獲得する経験知に大別できる. 例えば設計業務において, 技術や製品に関する基礎知識や, 設計作業要領などマニュアル化された形式知と, それらの形式知を実際の設計で使いこなす応用力のような経験知が必要である. そこで本モデルでは, 知識として形式知, 経験知の 2 種を定義する.

本モデルでは形式知, 経験知をそれぞれ n 次元のベクトル $\mathbf{k} = [k_1, k_2, \dots, k_n]$, $\mathbf{e} = [e_1, e_2, \dots, e_n]$ によって表現する. ただし, n は組織全体で使用される知識の総数とする. 各要素は自動車運転, 情報工学, 経理など特定の知識に対応しており,

$$0 \leq k_i, e_i \leq 1 \quad (1)$$

の範囲の実数値をとる. なお, 本モデルでは各知識が, 相互関連しないものとする. 各要素の値はそれぞれの知識の知識量を表し, 値が大きければ大きいほどその知識を高度に, かつ多くもっていることを示す. これ

により, 伝統工芸などの経験が重要な作業とマニュアル化された処理などの形式的な作業との差別化を図る.

後述する労働者エージェントはこれら 2 種の知識を有する. 本来このような知識は, 野中らの提唱する暗黙知, 形式知 [2] のように相互に影響すると考えられる. しかし, 相互の影響などの複雑な要素を導入すると, 社会シミュレーションにおける KISS (Keep it simple, stupid) 原理 [6] で示されているように, 解析が困難となる. また本モデルにおける知識の分割は, それぞれの知識の習得しやすさや継承方法の差異を表現することが目的であることから, 形式知, 経験知の値に相関はないものとする. よって, どちらか一方のみが大きい場合, 例えば k_i のみ大きい場合は, 理屈や理論は分かるが, 感覚的な理解が得られていない状態となる. また, e_i のみ大きい場合は, 感覚では分かるが理論などは分からない状態を意味する.

2.2.2 知識の表現

一般的に, 知識を一定以上得るとそれ以上の知識を得るのが難しくなる. よって, 学習量と知識量は線形の関係にないものと考えられる. また, 習熟度と労働量の関係を指数で表した Wright の学習曲線 [7] によると, 習熟度が増加しても単位当りの生産コスト (作業時間) は線形に減少しない. Wright の学習曲線は, 直接知識の定義として適用することはできない. しかし, 本モデルでは知識が作業に用いられるものであること, 及び Wright の学習曲線が作業時間に言及したものであることを考慮し, 知識量を次式に従って算出する.

$$k_i, e_i = \begin{cases} \alpha \log(l_i + 1) & (0 \leq l_i < \exp(\frac{1}{\alpha}) - 1) \\ 1 & (\exp(\frac{1}{\alpha}) - 1 \leq l_i) \end{cases} \quad (2)$$

ここで l_i は知識 k_i, e_i の学習量であり, 0 以上の実数値をとる. また, α は学習による知識の増加量を決定する定数である. $\alpha = 0.3$ の場合の例を図 1 に示す.

2.2.3 知識の陳腐化

知識の中には様々な要因により価値が減少していくものがある. 例として, 時代遅れとなった製品に関する知識のように, 無駄ではないが価値が減少するものがある. また, 科学技術は新たな発見があれば古い知識は全く使用できなくなる.

このように知識の価値が減少することを知識の陳腐化と呼ぶ. 知識の価値の減少は質的变化であるが, 陳

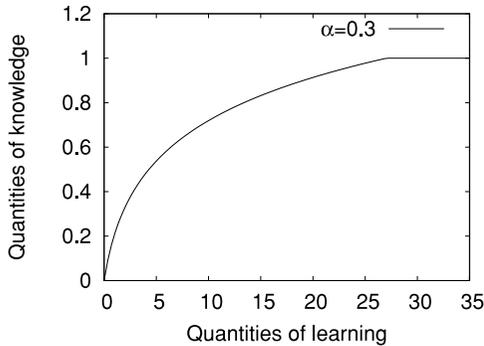


図 1 知識量と学習量の関係

Fig. 1 Relation between quantities of learning and quantities of knowledge.

腐化した知識は価値が減少し役に立たなくなる。このように役に立たなくなった知識は知識から取り除かれるとすれば、陳腐化は知識量の減少として考えることができる。

そこで、本モデルでは陳腐化した知識は知識量の減少として表現する。また、知識の価値が減少、喪失される要因には様々なものが挙げられるが、時間経過による技術やシステムの進歩などが大きな要因になっていると考えられる。よって、時間経過とともに一定の割合で知識量を減少させることによって陳腐化を表現する。

2.3 エージェントモデル

2.3.1 労働者エージェント

部署内で働き、作業を行う人間を労働者エージェントとする。労働者エージェントは次の特性をもつ。

- 形式知
- 経験知
- 所属部署
- 年齢
- データベース (DB) 満足度

所属部署は、労働者がどの部署に属しているかを示し、DB 満足度とは後述する知識 DB の利用に関して増減する値である。また、年齢は時間が進行するとともに増える値である。

2.3.2 ナレッジマネージャエージェント

ナレッジマネジメントは主に労働者が主体になっ て行われるが、ナレッジマネージャやナレッジオフィサーといったマネジメントを主導する役職を導入する場合がある [8]。このような役職にある者はプロジェクト内での知識管理や、知識 DB を有効に活用するため

に知識の保存や整頓を積極的に行う。特に、知識 DB は時間とともに使われなくなっていってしまうという失敗事例が多く、知識管理を行う役職は重要となる [9]。

本モデルでは、知識 DB を整頓、管理する役職の者をナレッジマネージャエージェントとして定義する。ナレッジマネージャは、労働者エージェントから知識を抽出し、更新することによって知識 DB に保存されている知識の陳腐化を軽減する。

2.4 タスクモデル

労働者が一人、または複数人で作業を行う対象をタスクとする。本モデルにおいてタスクは、処理に必要な作業量、そしてその作業を行うのに必要な知識を特性としてもつ。また、マニュアル化された処理のように形式知のみが必要とされる作業、伝統工芸のように多くの経験知が必要とされる作業など、作業によって要求される形式知と経験知の割合は異なると考えられる。

タスクは次の特性をもつ。

- 必要作業量
- 形式知重み
- 経験知重み
- 所属部署

必要作業量は知識と同様に n 次元のベクトル $t = [t_1, t_2, \dots, t_n]$ によって表現する。ただし、 t_i は 0 以上の実数である。また形式知重み、経験知重みは与えられた作業にどの程度の割合でその知識が必要になるかを示している。

形式知重み、経験知重みのそれぞれを n 次元のベクトル $u = [u_1, u_2, \dots, u_n]$, $v = [v_1, v_2, \dots, v_n]$ で表現し、 u_i, v_i は次の式を満たす実数値とする。

$$u_i + v_i = 1 \quad (0 \leq u_i, v_i \leq 1) \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

2.5 タスク処理

労働者エージェントがタスクに対して作業を行う場合、そのエージェントが所持する知識を用いて行う。エージェントの知識とタスクの形式知重み、経験知重みを用いてパフォーマンスが決定され、労働者はパフォーマンスに応じた作業を行う。

パフォーマンス p_i ($i = 1, 2, \dots, n$) は労働者エージェントの知識 k_i, e_i とタスクの知識重み u_i, v_i を用いて、次式を用いて各要素ごとに算出する。

$$p_i = u_i k_i + v_i e_i \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (4)$$

本モデルにおいて、すべての労働者エージェントは

表 1 学習手段の必要期間及び学習量 l_i の増加量
Table 1 The span and the amount of l_i for every learning methods.

	必要期間	形式知増加量	経験知増加量
独学	小	中	なし
知識 DB	小	DB に依存	DB に依存
師事	中	相手に依存	相手に依存
セミナー	大	大	中

合理的な行動をとり、最少の努力で最大の効果を得られるよう行動するものとする。よって労働者エージェントは、必要作業量が 0 より大きく、 p_i が最大となる i 番目の知識を 1 回の作業で一つのみ選択する。使用する知識とパフォーマンスが決定された後、次式を用いてタスクの必要作業量 t_i を t_i^* に更新する。

$$t_i^* = t_i - p_i \quad (5)$$

必要作業量の各要素がすべて 0 以下になった場合、そのタスクは処理が終わったものとする。

2.6 知識の入手

労働者エージェントが知識を入手するのは、次のいずれかの場合である。

- 労働者エージェントが作業を行った場合
- 労働者エージェントが学習を行った場合

労働者エージェントが経験知 e_i を用いて作業を行った場合、 e_i の学習量 l_i を増加させる。

労働者エージェントが学習を行った場合、特定の知識獲得手段一つを選択して知識の入手を試みる。実際の組織で使用される知識獲得手段は、主に次の 4 種類に集約されると考え、本モデルでも同様に設定した。

- 独学
- 知識 DB へアクセス
- 知識をもつ人に師事
- セミナーへ参加

ただし (b) 知識 DB はナレッジマネジメントの一種である。

これらの手段にはそれぞれ必要な期間が定められている。表 1 に必要な期間及び学習量の増加量を示す。所定の期間が経過すると、入手した知識の学習量が増加する。なお、手段の選択には最少努力の法則 [10] に従い、必要期間の短い (a), (b), (c), (d) の順に試みる。

(a) 独学 独学は他のエージェントに依存せず知識を入手する方法である。ただし、経験知は入手できない。独学による学習量の増加量は、対象となる知識、タスクにかかわらず一定であるとする。

独学は、対象のタスクにおいて u_i が大きいときのみに用いられる。 i は入手を試みる知識である。

(b) 知識 DB へアクセス 知識継承、情報共有の代表的な手段として、グループウェアがある。グループウェアは組織、あるいはプロジェクトのメンバーが情報を登録、読出しをしながら情報の共有を行う。

本モデルではグループウェアなどの知識継承ツールを知識 DB として一般化する。ここで知識 DB を、知識を保存、抽出するためのツールと定義する。知識 DB 内には形式知、経験知の両方が保存されている。学習量の増加量は保存されている知識の量に依存する。また、知識 DB を使用した労働者エージェントは、見返りとして自分の所持する知識の一つを選択し知識 DB に保存するものとする。

知識 DB の使用頻度は DB 満足度に依存する。一般に知識 DB に限らず、ソフトウェアや特定の道具は使用することで一定の効果があれば以後も使われる。逆に、利用できない、あるいは使用して失敗すると、それ以降使用する可能性は少なくなる。そこで本モデルでは、労働者エージェントは DB 満足度をもち、知識 DB から知識を入手できたときに DB 満足度を増加させ、できなかった場合減少させる。

(c) 知識をもつ人に師事 知識をもつ人に師事することは、最も基本的な知識獲得手段である。実際の企業では、徒弟制度のように実経験を通して先達から知識を継承させる社員教育などがある。

本モデルでは労働者から労働者へ知識を継承する。労働者エージェントは必要な知識をもつ他の労働者エージェントを教師役として選択し、その教師役から知識を継承する。ただし、教師役として選択できるエージェントは対象の知識が一定以上であり、未行動の労働者エージェントのみである。師事による学習量の増加量は教師役となる労働者エージェントの知識量に依存する。

(d) セミナーへ参加 企業によっては社員を研修などで研究会やセミナーに出席させる場合がある。企業がこれらのセミナーに社員を派遣するのは、現在の事業、あるいは将来の事業を見越して必要な知識を社員に身に付けさせるためである。

本モデルでは作業を行うために必要な知識が組織内で入手できない場合、セミナーに参加するものとする。セミナーは獲得できる知識を限定せず、どのような知識も経験知、形式知の両方を一定量得ることができるものとする。

3. シミュレーション手法

3.1 概要

本シミュレーションでは、1 ターンごとにタスクの発生、各エージェントの動作、転職、退職を順に行う。なお、転職、退職は条件を満たしたエージェントのみ行う。

タスクはターンの開始時に、現在の残存タスク量に応じて確率的に生成される。このとき、必要作業量、形式知重み、経験知重みはランダムに決定される。

労働者エージェントは一定の年齢に達すると退職する。退職したエージェントはシミュレーション上から消え、新しい労働者エージェントがシミュレーションに加わる。

また、すべての労働者エージェントは、各ターンごとに年齢に応じた確率で転職する。転職するエージェントが発生した場合、退職と同じく労働者エージェントの入換えを行う。

なお、退職、転職の処理はすべてターンの終了時に行う。

3.2 エージェントの動作

3.2.1 労働者エージェント

労働者エージェントは次の状態をとる。

- (a) 未行動
- (b) 作業
- (c) 学習
- (d) 教育
- (e) 知識保存

労働者エージェントは現在の自分の状態から次の行動を決定し、上記のいずれかの状態に遷移する。

(a) 未行動 労働者エージェントが何も行動していない状態であり、労働者エージェントの初期状態となる。この状態で他の労働者エージェントによって教師役に選択されると教育に遷移する。教師役に選択されず、自分の部署にタスクがあるならば部署内のタスクを無作為に選択し、次ターンから作業を行う。

(b) 作業 労働者エージェントがタスクに対して作業を行っている状態である。労働者エージェントは1 ターンに1 回のみ作業を行う。もし、対象としているタスクが終了した場合は未行動に遷移する。また、作業を行うにあたり、十分なパフォーマンスが発揮できない場合、学習に遷移する。ここで、十分なパフォーマンスが発揮できない場合とは、 $t_i > 0$ となるすべての i において $p_i \leq K$ の場合である。 K は、シ

ミュレーションで一意に定義される労働者エージェントの学習意欲である。

(c) 学習 足りない知識を補うために労働者エージェントが学習している状態である。知識を得るのに必要なターンが経過するまでは他状態に遷移しない。知識を手に入れたら作業に遷移する。学習に知識 DB を使用したときは、知識保存状態に遷移する。

(d) 教育 他の労働者エージェントによって教師役に選択され、知識を伝達している状態である。この状態になった場合、知識の伝達が終了するまで、現状を維持する。知識の伝達が終了した後、未行動状態に遷移する。

(e) 知識保存 知識 DB に知識を保存している状態である。労働者エージェントが知識 DB から知識を獲得した後、この状態に遷移する。知識の保存が終了した場合、作業に遷移し、それ以外の場合は遷移しない。

3.2.2 ナレッジマネージャエージェント

ナレッジマネージャは次の状態をとる。

- (a) 探索
- (b) 知識抽出
- (c) 知識管理

(a) 探索 ナレッジマネージャの初期状態となる。この状態のとき、ナレッジマネージャは知識 DB 陳腐化の軽減を試みる。まず、知識 DB の形式知、経験知の中で最も更新されていない知識を選択する。そして選択された知識を一定以上もっている未行動の労働者エージェントを探す。未行動の労働者エージェントを発見した場合、その労働者エージェントを教育状態に遷移させ、知識抽出状態に遷移する。もし未行動の労働者エージェントが見つからない場合、本状態を継続する。

(b) 知識抽出 選択した知識を労働者エージェントから抽出している状態である。一定ターン後に知識管理状態に遷移する。

(c) 知識管理 知識 DB に保存されている知識を管理し、陳腐化を軽減している状態である。陳腐化の軽減には、知識継承と同様にコストが必要となる。このコストを支払った後、知識 DB の陳腐化が軽減され、ナレッジマネージャは未行動状態に遷移する。

4. 実験

4.1 知識 DB 導入による比較実験

4.1.1 実験目的

本実験では、労働者エージェント全体のパフォーマンスに対して、知識 DB の有無、及び知識 DB の初期知識量が与える影響を観察する。

4.1.2 実験条件

シミュレーションの設定条件を表 2 に示す。労働者エージェントの寿命は、人間の労働年数が 40 年程度であることを考慮し、設定した。また、ナレッジマネジメントを導入するにあたり、世代が交代するほどの年数で効果が現れるのでは遅いと考え、シミュレーション期間を労働者エージェントの寿命より短く設定した。労働者エージェントの初期年齢分布は一様分布とし、転職率には 2005 年度に発表された過去の転職率のデータを用いた [11]。また、一つのタスク処理に要する時間などから 1 ターンを 1 日と設定した。その他のパラメータに関しては、過去のマネジメントの導入事例や、実際の企業での事例をもとに設定した [12]。

知識 DB には初期知識量を設定し、シミュレーション開始時における経験知、形式知を決定する。本実験では初期知識量として、経験知、形式知のすべての要素の学習量 l_i を一定の値に設定する。なお、初期知識量が 0 というのは知識 DB を用いない場合と等価である。

4.1.3 実験結果

図 2 に初期知識量ごとの処理タスク量を、図 3 に知識 DB 利用者数の推移を示す。また、図 4 に労働者の平均経験知量の推移を示す。なお、知識 DB 利用者数は各ターンにおける知識 DB 利用者数の平均を示し、平均経験知量は労働者エージェントの経験知の総和を平均したものである。

図 2 より、知識 DB を導入し、かつ知識 DB の初期知識量が多いほど処理されたタスクが多いことが分

表 2 シミュレーションの設定条件
Table 2 Configuration of simulation.

エージェントの寿命	最大 14000 ターン (1 ターン 1 日)
実験期間	10000 ターン
労働者数	250
転職率	$0.1218 \cdot \exp(-0.0001 \cdot \text{年齢})$
α	0.3
K	0.4

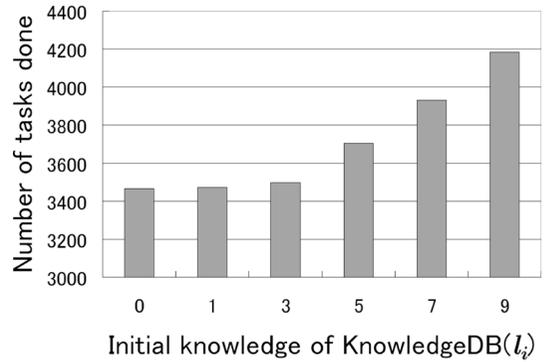


図 2 知識 DB の初期知識量 (l_i) による処理タスク量の変化

Fig. 2 Number of tasks done for each initial knowledge.

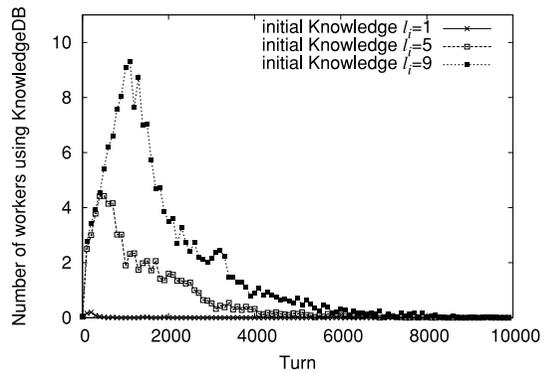


図 3 知識 DB 利用者数の推移

Fig. 3 Changes in number of workers using KnowledgeDB.

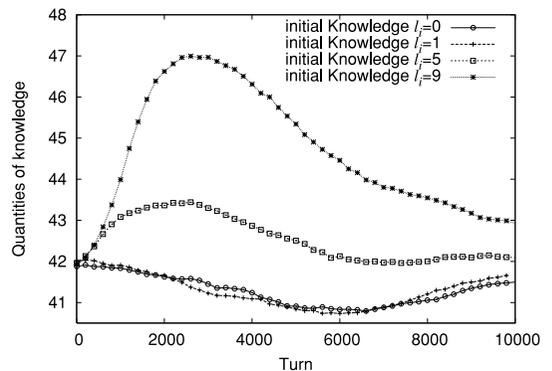


図 4 労働者の平均経験知量の推移

Fig. 4 Changes in average of worker's experiential knowledge.

かる．よって、知識 DB が労働者エージェント全体のパフォーマンスを向上させることが確認された．しかし、図 3 から初期知識量に関係なく知識 DB が時間経過とともに使用されなくなっていることが分かる．また図 4 から、平均経験知量も初期知識量に関係なく時間経過とともに知識 DB を用いない場合と同様の低い値に収束してしまうと推測できる．これは、知識 DB が時間経過とともに使用されなくなり、知識 DB を導入していない状態と同等になってしまったためと考えられる．

以上の結果より、知識 DB はパフォーマンスの向上に有効であるものの、次第に使われなくなっていくという知見が得られた．これはナレッジマネジメントの失敗事例として多く見られる現象で、グループウェアなどを導入したが次第に使われなくなっていくという実態に合致した結果と考えられる [13]．

ここで、失敗の原因、及びその対策を考える．図 4 より、労働者の知識量が 1000 ターンほどで急激に増加し、その後は減少、若しくは緩やかな変化しかないので分かる．また、図 3 から分かるように、1000 ターン付近では知識 DB の利用者が急激に減少し、ほとんど利用されなくなっている．これは、労働者エージェントの知識量が増加し、ほとんどの作業で一定のパフォーマンスが発揮できるようになったことが原因と考えられる．

本シミュレーションでは、労働者は作業に対して低いパフォーマンスしか得られないとき、学習を行う．したがって、どの作業に対しても一定のパフォーマンスが得られる状況では労働者エージェントは学習を行わない．その結果、知識 DB の利用者数が減少したと考えられる．また、知識 DB は労働者エージェントが知識を得たとき更新される．しかし、知識 DB 内の知識は時間経過とともに陳腐化していくため、知識が更新されなければ利用価値のある知識は減少するのみである．このような状態では、労働者が知識を得ようにも知識 DB 内に価値のある知識がないため、利用されない．そして、利用されなくなれば知識 DB 内の知識は陳腐化していくのみなので悪循環に陥る．

以上より、知識 DB を継続して利用し、有効性を維持するためには適切なナレッジマネジメントが必要であると考えられる．特に、知識 DB が継続して利用可能であれば、労働者エージェント全体のパフォーマンス増加が期待できる．

4.2 ナレッジマネージャ導入による比較実験

4.2.1 実験目的

知識 DB の導入実験により、知識 DB を有効に利用するためにはマネジメントが必要であることが推測された．そこで、ナレッジマネージャを導入し、知識 DB の管理を行う．本実験では、ナレッジマネージャ導入による知識 DB 利用者数、及び処理タスク量の変化を観察する．

4.2.2 実験条件

現実になレッジマネージャ導入の必要性が叫ばれても、専任のナレッジマネージャを置くことによるコスト増加が障害になることが多い．そこで、本シミュレーションでは労働者エージェントをナレッジマネージャとして育成する．これにより、新たな人員を雇わず、現行の人的資源でナレッジマネジメントを行う状況をシミュレートする．

本実験ではランダムに労働者エージェントを 5 人選択し、ナレッジマネージャとする．ただし、ここでは労働者をナレッジマネージャに育成するためのコストは無視する．その他の設定は 4.1 における実験と同様とし、知識 DB の初期知識量を $l_i = 1, 3, 5, 7, 9$ とする．

4.2.3 実験結果

図 5 にナレッジマネージャ導入前後での処理タスク量の変化を示す．図 5 より、知識 DB の初期知識量が大きい場合は処理タスク量が増加していることが分かる．ただし、初期知識量が小さい場合、処理タスク量はほとんど変化していない．

また、図 6 に初期知識量 $l_i = 9$ の場合の知識 DB 利用者数の推移を示す．図 6 の場合、ナレッジマネー

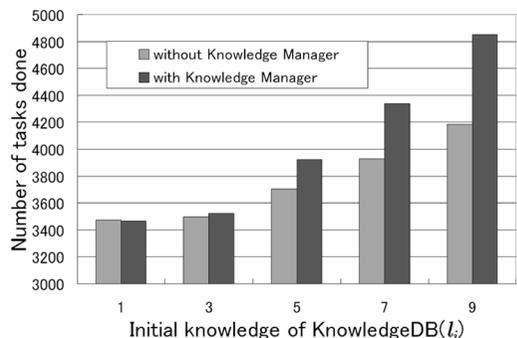


図 5 ナレッジマネージャ導入による処理タスク量への影響

Fig. 5 The effect of introducing knowledge manager on number of tasks done.

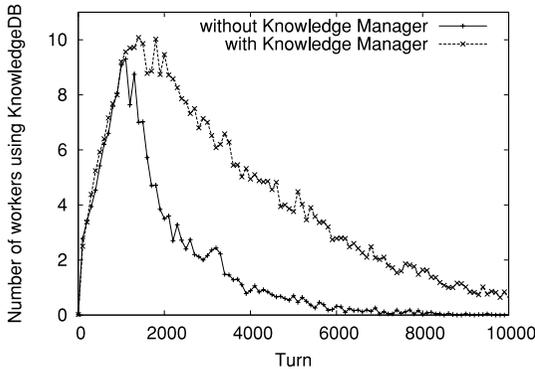


図 6 知識 DB 利用者数の推移 (初期知識量 9)
Fig. 6 Changes in number of workers using KnowledgeDB ($l_i = 9$).

ジャの導入により知識 DB の利用者が大幅に増加していることが分かる。

ナレッジマネージャの効果は知識 DB の利用者数に依存する。本シミュレーションでは、ナレッジマネージャは知識の維持管理のみを行い、知識の追加を行わない。この場合、図 5 が示すように、知識 DB を導入してもほとんど使われていなかった状況 ($l_i = 1, 3$) に対しては効果がない。逆に、導入してある程度使用されていた知識 DB は図 6 が示すように、利用者の増加を促す。知識 DB の利用者が増加した結果、知識獲得の効率が増加し、作業効率も増加したものと考えられる。

以上の結果から知識 DB の維持、管理に専任のナレッジマネージャを導入することによって、導入しない場合よりも高いパフォーマンスが得られると考えられる。

4.3 2007 年問題のシミュレーション

4.3.1 実験目的

組織内での知識継承に関する問題として 2007 年問題がある。これは、今まで組織内で中核であった団塊の世代、特に 1947 年生まれの労働者が 2007 年に大量退職してしまうことによって引き起こされる種々の問題の総称である。この問題の影響として労働者が一度に大量に退職することで、必要な知識、ノウハウが継承されず失われてしまうことが指摘されている [14]。

本実験では 2007 年問題を提案モデルを用いて表現することにより、知識が失われる状況を観察する。また、同問題に対する対策を導入し、効果を比較検証する。

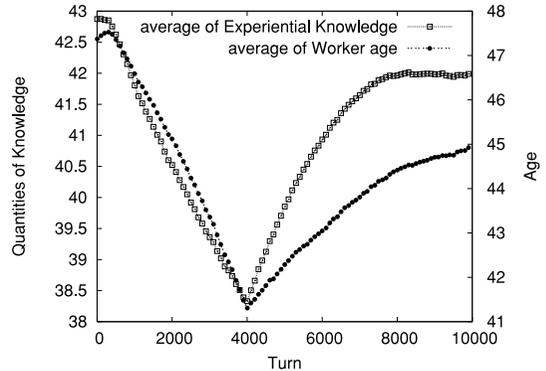


図 7 2007 年問題における労働者の平均経験知量及び平均年齢の推移
Fig. 7 Changes in experiential knowledge and age in the case of year 2007 issue.

4.3.2 実験条件

シミュレーション上で 2007 年問題を表現するために、初期の年齢分布を 1960 年における中小企業の年齢分布 [14] をもとに設定する。そして、2007 年問題とその対策を比較検証するため、次の 5 条件でそれぞれシミュレーションを行う。

- (A) 対策なし
- (B) 知識 DB の導入 (ナレッジマネージャなし)
- (C) 知識 DB の導入 (ナレッジマネージャあり)
- (D) 定年の延長
- (E) 中途採用の増加

知識 DB は前節の実験で用いたものと同様であり、本実験では初期知識量 $l_i = 9$ とする。定年の延長は、労働者エージェントの寿命を 5 年分 1825 ターン延長させる。中途採用の増加は、労働者エージェントの中途採用の割合を増加させる。これらの対策を採ったことによる組織全体の経験知量の変化、及びパフォーマンスの変化を観察する。

4.3.3 実験結果

まず、対策なしの状態ではシミュレーションを行った場合の労働者エージェントの平均経験知量及び平均年齢の変化を図 7 に示す。図 7 より、500 ターン付近で平均年齢が減少し始めるとともに経験知が減少し、4000 ターン付近で減少のピークが訪れることが分かる。これは、労働者エージェントが寿命により一斉退職を行ったためと考えられる。本シミュレーションでは 4000 ターンが 2007 年に相当していることから、労働者の一斉退職による経験知の喪失という 2007 年問題を表現することができたと考えられる。

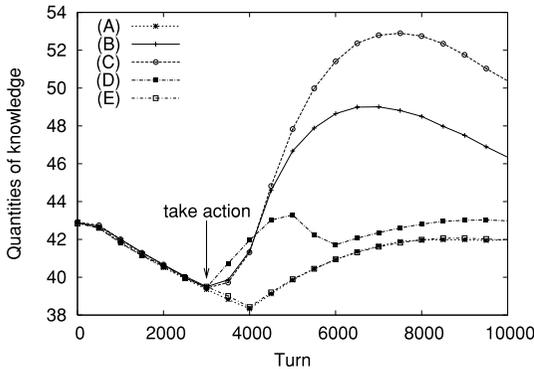


図 8 2007 年問題における労働者の平均経験知量の推移 (対策別)

Fig. 8 Comparison of experiential knowledge in the case of year 2007 issue.

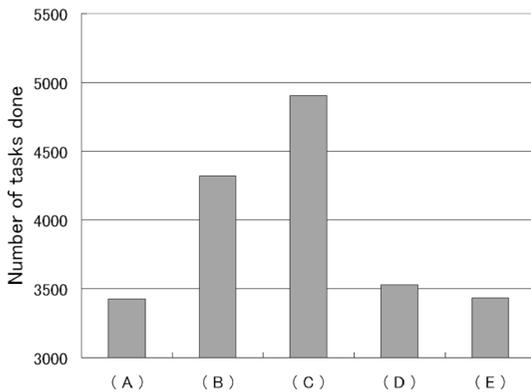


図 9 2007 年問題における処理タスク量 (対策別)

Fig. 9 Comparison of number of tasks done in the case of year 2007 issue.

次に、2007 年問題の生じる 1000 ターン前に 4.3.2 で示した対策を導入した。導入した場合の労働者の平均経験知量を図 8 に、処理されたタスク量を図 9 に示す。

まず、図 8 より中途採用 (E) を増加させただけではほぼ効果がないことが分かる。これは中途採用者による知識の増加よりも、失われる知識の方が多いためと考えられる。また、中途採用者がもっている知識は、特定の組織内で必要な知識とは必ずしも一致しない。以上の理由により、中途採用を増加させても組織全体の知識はほとんど増加しなかったと考えられる。

次に、定年の延長を行った場合 (D)、増加した知識量が 5000 ターン付近で再び減少し始めている。ただし、このとき知識量の減少量は対策を行わない場合よりも少ない。また、既存の労働者の定年を延長させた

場合、転職、退職が起りにくくなるため、それに代わる知識をもたない新規の労働者が減少する。知識は、知識をもつ労働者からもたない労働者へ継承される。知識をもたない労働者が減少すれば知識が継承される機会も減少する。結果として、経験知は保存されず問題が先送りされたと考えられる。よって、定年の延長を行う場合、単純に延長だけでは効果はあまりなく、一定の年齢以上の労働者は教育業務に専念するなど、知識継承を促進する必要があると考えられる。

知識 DB を導入した場合 (B)(C) は、ナレッジマネージャの有無にかかわらず、大きく知識量が増加している。

次に、図 9 より定年の延長 (D)、中途採用 (E) はほとんど対策なし (A) と同様であることが分かる。逆に、知識 DB を導入した場合 (B)(C) は組織全体のパフォーマンスが向上しており、とりわけナレッジマネージャを導入した場合が最も処理タスク量が多い。

以上の結果より、2007 年問題の対策として知識 DB が有効であることが確認された。ただし、知識 DB を導入するのは金銭的、時間的にコストがかかる [15]。よって、実際には知識 DB によって得られるパフォーマンス、及び知識保持の効果とコストのトレードオフで初期知識量を決定する必要があると考えられる。

5. む す び

本研究では、組織内における知識継承のモデルを提案した。また、提案したモデルを用いて知識 DB、ナレッジマネージャがパフォーマンスに与える影響を解析した。その結果、知識 DB、ナレッジマネージャの導入により、組織全体のパフォーマンスが向上することを示した。次に、2007 年問題を提案モデルによって表現するとともに、その対策の効果をシミュレーションによって表現した。その結果より、知識 DB の導入が有効であると考えられる。ここで示された結果はナレッジマネジメントを行う上での指針となると考える。

今後の課題として、ナレッジマネージャへの機能追加が考えられる。ナレッジマネージャの導入によりパフォーマンスが向上することが確認されたが、長期的には知識 DB 内の知識量は減少し、導入しない場合と同様になる。これは、ナレッジマネージャに知識の管理だけでなく、知識の追加をさせることで解決できる。今後は、2007 年問題に限定せず、企業内における様々な問題を提案手法によってモデル化することにより、

解決方法を模索していく予定である。

文 献

- [1] 杉山公造, 永田晃也, 下嶋 篤 (編), ナレッジサイエンス, 紀伊国屋書店, 2002.
- [2] 野中郁次郎, 竹内弘高, 知識創造企業, 東洋経済新報社, 1996.
- [3] 青島矢一, 延岡健太郎, “プロジェクト知識のマネジメント” 組織科学, vol.31, no.1, pp.20-36, 白桃書房, 1997.
- [4] 池田 満, 林 雄介, “知の創造・継承のモデル化と支援システムのデザイン” ヒューマンインターフェース学会誌, vol.6, no.2, pp.19-26, 2004.
- [5] 犬塚 篤, 中森義輝, “IT を活用した知識共有への提言” 信学論 (D-I), vol.J86-D-I, no.4, pp.179-187, April 2003.
- [6] R. Axelrod (著), 寺野隆雄 (訳), 対立と協調の科学, ダイアモンド社, 東京, 2003.
- [7] TP Wright, “Factors affecting the cost of airplanes,” J. Aeronautical Sciences, vol.3, no.4, pp.122-128, 1936.
- [8] ナレッジクリエーション研究会 (編), ナレッジクリエーション, 工業調査会, 2003.
- [9] T.H. Davenport and L. Prusak, ワーキング・ナレッジ, 「知」を生かす経営, 生産性出版, 2000.
- [10] G.K. Zipf, Human Behavior and the Principle of Least-Effort, Addison-Wesley, Cambridge, MA, 1949.
- [11] 労働政策研究研修機構 (編), ユースフル労働統計—労働統計加工指標集-2004, 労働政策研究研修機構, 2004.
- [12] 中山康子, 真鍋俊彦, 笹氣光一, 鈴木 優, “知識情報共有システム (kids) の開発と実践—組織におけるノウハウ共有の促進” 人工知能誌, vol.16, no.1, pp.64-67, Jan. 2001.
- [13] N.M. Dixon, ナレッジ・マネジメント五つの方法, 生産性出版, 2003.
- [14] 中小企業庁 (編), 中小企業白書 2005 年版, ぎょうせい, 2005.
- [15] 知識増幅産学協同プロジェクト (編), ナレッジ・ダイナミクス, 工業調査会, 2002.

(平成 18 年 3 月 31 日受付, 7 月 25 日再受付)



藤田 幸久 (学生員)

平 17 名大・工・情報卒。現在, 同大学院情報科学研究科博士前期課程在学中。人工社会の研究に従事。



仲瀬 明彦 (正員)

昭 61 早稲田大学大学院理工学研究科修士課程了。同年 (株) 東芝入社。平 5 年 4 月より平 7 年 3 月まで (財) 新世代コンピュータ技術開発機構に outward。現在 (株) 東芝研究開発センター主任研究員。並列処理, 知識処理に関する研究に従事。情報処

理学会会員。



中山 康子

昭 54 横浜国大・工・情報工学卒。同年 (株) 東芝入社。現在 (株) 東芝研究開発センター研究主幹。ナレッジマネジメント, 知識処理, 知的インタフェースに関する研究に従事。情報処理学会, 人工知能学会会員。



鳥海不二夫 (正員)

2004 東京工業大学大学院理工学研究科機械制御システム工学専攻博士課程了, 同年名古屋大学情報科学研究科助手, 現在に至る。感性工学, マルチエージェントシミュレーションなどの研究に従事。博士 (工学)。



石井健一郎 (正員: フェロー)

昭 49 東京大学工学系研究科計数工学専門課程修士課程了。同年, 日本電信電話公社 (現 NTT) 入社。昭 54 より 1 年間米国 Purdue 大学客員研究員。平 2 工博 (東京大学)。平 15 名古屋大学大学院情報科学研究科教授, 現在に至る。主としてパターン認識の研究に従事。IEEE, 情報処理学会各会員。