

路地裏ネットワークを活用した高齢者の能力の有効活用を図るためのシステムの構築に関する研究

報告者 大学院総合理工学研究科 メカニクス系工学専攻 教授 久米靖文
共同研究者 下西製作所 代表取締役社長 下西 巖
下西製作所 取締役 加藤信行
下西製作所 生産技術G社員 佐竹新一
アレグロソフトテクノロジーInc. 取締役社長 高山智充

1. 背景

製造業における製品の多様化が進むにつれて、製品情報および受注管理や在庫管理などの必要性が増大している。大手企業では情報通信技術（ICT）を駆使した生産管理システムを導入し、生産性を向上させることになっているが、中小企業では種々な事情によって ICT 化に進んでない企業が存在している。顧客の要求水準はますます高まっているので、顧客が満足するような製品やサービスの提供が企業にとっての課題である。ICT 化されていない組立製造業では、顧客がオーダーメイド製品を受注した場合、担当者がその製品について、部品在庫数量、原価や納期などを確認し見積書を短時間で作成するのが困難である。本研究の共同研究者である（株）下西製作所の製品一つである磁力式垂直搬送供給機の生産において ICT 化されていない分野があり、従来のコミュニケーションより迅速に対応できるシステムが必要である。

2. 目的

東大阪の中小企業間に存在している路地裏ネットワークを情報 (Information) と通信 (Communication) に関する技術 (ICT) を駆使し、各中小企業にあるアジャイル生産にサーバー&クライアントシステムを採用し、生産におけるアジリティ (Agility) を向上させるアジャイル生産システム (Agile Manufacturing System) を構築する。そして高齢者の能力を有効活用可能な生産システムとする。

3. 研究組織

近畿大学、モノづくり専攻参画企業下西製作所、ソフトウェア開発企業アレグロソフトウェアテクノロジーInc. との産学連携共同研究組織

4. 研究方法

本研究は高齢者の特徴の把握とその特徴を生かした生産システムの構築を目標として、カ

スプ解析, SECI モデル, Web サーバー, データベース構築方法を駆使して研究を行った。

5. 研究成果

I SECI モデルのアジャイル生産における路地裏ネットワークへの適用

1. まえがき

日本の製造業は海外で大量生産された製品の輸入によるコストに重点を置いた企業戦略のみでは生き残れなくなっている。それを受けて大企業は顧客のニーズに応える多様な製品の開発や既存の製品に付加価値を加えることで対応している, しかし中小企業の場合は大手の依頼を受けての生産することを主要な業務としている企業が多い。したがって, 大企業と同様な手法を採用することは困難である。下西製作所は中小企業であるが路地裏ネットワークを活用することで新製品の開発, 生産に成功している。下西製作所によって提案された東大阪の異業種交流が基礎になっている路地裏ネットワークの構築, 活用をスムーズに行うことができれば中小企業の企業戦略の幅を広げることができる。東大阪の中小企業間に存在する路地裏ネットワークがどのように構築され, 現在どのように活用されているかを検討した。また製品開発における路地裏ネットワークが従来の下請け業務と比較して, 野中によって提案された知識創造モデルである SECI モデルを適用した。

2. 路地裏ネットワーク

路地裏ネットワークとは東大阪にある中小企業間の横のつながりを生かした共同受注ネットワークのことである。

2.1 路地裏ネットワークの特徴

(1) 互いに距離が近い

東大阪の中小企業なので近ければ歩いてすぐ, 遠くとも車で十分という距離関係にある。それによる利点として生の情報交換を気軽に行うことができることと, 受注した部品の搬送を運送会社によることなく自らの足で, 取りに行くことができる。まず情報交換に関して述べると, 現在は IT 化が進み Eメールや電子掲示板を利用して自社ではできない加工を他社に頼むという活動も見られる。

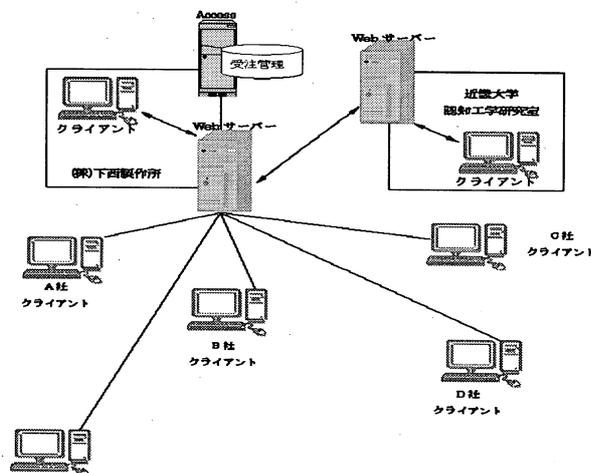


図 1 路地裏ネットワークを用いたアジャイル生産システム

一方で日々の業務で手一杯の企業もあり情報収集が困難な企業も少なくない。気軽に情報を集められる状況は新しい顧客開拓にも一役買っている。製品の搬送について、部品を運送会社に依頼すると時間がかかり顧客が製品を手にするまでの時間が延びる。運送費用も企業に負担がかかる。距離が近いことにより輸送の時間、コストを減らせる。

(2) それぞれ得意な技術を有する企業の集合

中小企業はその企業の持つ技術力により大企業からの細かな要求に応じてきた。東大阪はバブル期以前から稼動している企業が多く互いに距離が近いこともあり、社長同士が知り合いであることが多い。互いの技術力を永年見聞きしてきたので、どの企業がどのような技術を持っているかを把握している。よって企業間の受注の機会を得やすい。

2.2 路地裏ネットワークの課題

中小企業同士の横のつながりを活用した路地裏ネットワークであるが、常に新しい顧客が注文にやってくるとは限らず、部品の受注の努力を怠らなければ企業の技術を広めるのは難しい。

2.3 路地裏ネットワークを使った製品の開発

共同研究を行っている S 社は磁石の加工をオンリーワン技術として長年磁石部品を製作してきた。しかし中小企業の例にもれず、昨今のグローバル化の影響を受け売上が伸び悩んだ。そこで下西製作所は路地裏ネットワーク内にあるオンリーワン技術を持った会社が連携して一つの製品を作製すれば、新製品が作製されると考えた。その開発成果が

2.4 マグネポータ開発における路地裏ネットワークの特徴

(1) 分業により一つの製品を作る

マグネポータは下西製作所がもつ設備では、不可能な部品がある。金属の曲げや加工は路地裏ネットワーク内の設備、技術を会社に受注している。製品を作るのに下西製作所が直接寄与するのは図面を描き、部品の組立である。規格のある既製品を他社から買い取り、加工が必要な部品は全て図面を渡して他社に製作を依頼する。これの利点として下西製作所は設備投資無しに、新製品を作製できる。マグネポータは受注を受けてから生産するため在庫を持たなくてよい。部品製作会社は今までにない顧客の獲得を得る。

(2) ニーズの聞き取りの容易さ

製品開発するとき製品の性能を試さなければならない。下西製作所は試作品を近くのネジ工場に依頼した。

(3) 下西製作所を中心に製品を作製

下西製作所が顧客との見積もり、図面を描く、製品の組立は顧客と企業群をつなぐことで、企業群は注文がない限り通常業務を行える。マグネポータが受注されると、一時的にマグネポータ製作する企業群のように振舞う。デル社の場合はコンピュータという部品の規格化が進んだ業種であるため、コンピュータ製造のみでも企業は成り立つ。しかしマグネポータは顧客の要求が規格の範囲をこえているので、一時的に振舞う形がよい。

3. SECI モデル

知には形式知と暗黙知がある。形式知は言語や文章で表現できる客観的な知である。暗黙知は言語や文章で表現できない主観的、身体的な知である。暗黙知と形式知の相互作用の中から知が生み出されると考える。暗黙知と形式知のスパイラルを創り出す知識移転のプロセスを SECI モデルという。知識創造に必要であるのは、暗黙知をどれだけ活用できるかにかかっている。また知識創造はその存在する場が個人、グループ、組織なのかによっても大きく意味が違って来る。知識を「正当化された真なる信念」と定義する。まさに最初にあるのは、個人の「思い」であり、それを真実に向かって普遍化・正当化していくダイナミックなプロセスが「知」である。他人や本から得た情報を「知」とするには、思索、実習、実践などを通じて能動的に自分のものにしなければいけない。知識創造の組織とは、こうした知の創造を支援するためにある。情報と知識とは厳格に区別する。情報は物事の事象に関する見方の一つである。情報から人は考え思うことで知識を得る。情報を基に知識を創造する。「SECI」は知識を創る 4 つの過程の頭文字をとっている。4 つの過程は共同化 (Socialization) 表出化 (Externalization) 連結化 (Combination) 内面化 (Internalization) である。SECI モデルは「共同化 (共感)」(暗黙知を暗黙知へ)、「表出化 (文節)」(暗黙知を形式知へ)、「連結化 (分析)」(形式知を形式知へ)、「内面化 (実践)」(形式知を暗黙知へ) という知の移転プロセスを辿りながら、最初の「共同化 (共感)」へ戻って絶えず循環を繰り返していくモデルである。図 2 にそのモデルを示されている。

3.1 暗黙知と形式知

暗黙知の具体的な例として職人の勘や無意識のニーズなどがある。人は意識せず歩くことができるのはこれがあるためである。初めて行う作業の場合は確認しながら進めていくが慣れてくると動作の意味を考えることなく作業を行える。人は体内に動作に関するある種の命令系統を形成し無意識でも作業を行えるようになる。作業は意識をせずに行っており、その動作の説明をしようとするとき非常に難しい。形式知の具体的な例としてはマニュアルや教科書にあげられる言葉、図表で表した知識がある。これらは人が記憶して代わりや、多くの人に広く知ってもらうのに非常に有効である。

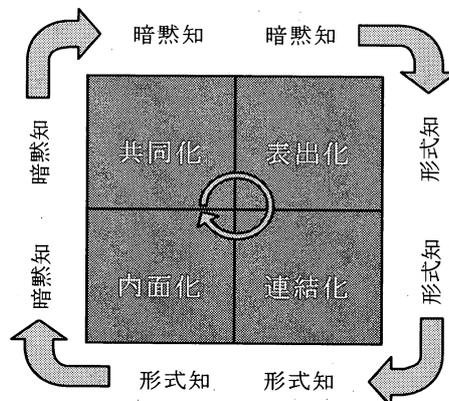


図 2 野中による SECI モデル

4. マグネポータ開発と SECI モデル

マグネポータ開発の流れを SECI モデルに適用する。

4.1 共同化 (Socialization)

マグネポータ開発において路地裏ネットワークが対話の場となり多くの共感が得られた。出発点となるニーズの聞きとりはここで行われる。通常は自社でできない加工を他社に頼むことが多く顧客と路地裏ネットワークのつながりは弱いものであった。マグネポータ製作は下西製作所を中心に部品の製作を分業しているので路地裏ネットワーク内でのコミュニケーションも必然的に強まっていった。

4.2 表出化 (Externalization)

概念を言葉や図で示すこのモードではニーズをはっきりとさせる。マグネポータは「省スペースで上に搬送する、磁石を使用する」であった。通常自社の技術力と顧客のニーズをもとに製品コンセプトを文字で表す。マグネポータは使用対象が工場であったので路地裏ネットワーク内の意見をj得ることで確かなニーズを取得できた。

4.3 連結化 (Combination)

ここでは概念を図面にすることで製品の製作を路地裏ネットワークで分業するという体制を確立した。通常の加工依頼は全て顧客の要求を反映して依頼するので受注から納品までの時間が延びてしまう。マグネポータは顧客の要望で高さ、横幅などを聞いてパターンで顧客の要望に応える。そのため依頼の返答が素早く返され納品も早くなる。

4.4 内面化 (Internalization)

試作品の評価や販売後の顧客の反応がこのモードに含まれる。路地裏ネットワークでは多様な業種があるので試作品のデータを集めるのにS社の負担が減った。中小企業の場合1社のもつ施設は限られているので、マグネポータが顧客の満足いく製品になったのは市場調査、試作品の評価を十分に行ったからである。各部品の製作はオンリーワンの技術を統合した形になっているので、部品の製作、組立を含めて、最終製品を作成する知識は暗黙知になる。この事実から路地裏ネットワークに SECI モデルすなわち知識創造理論を適用できる。

4.5 組織図

路地裏ネットワークは通常企業同士が個々に活動している。マグネポータの開発、製作の時下西製作所を中心に一つの組織のように振舞う。路地裏ネットワークを組織した図である。

4.6 SECI モデルのマグネポータ開発への適用

マグネポータ開発を SECI モデルの当てはめてみると図 3 のようになる。

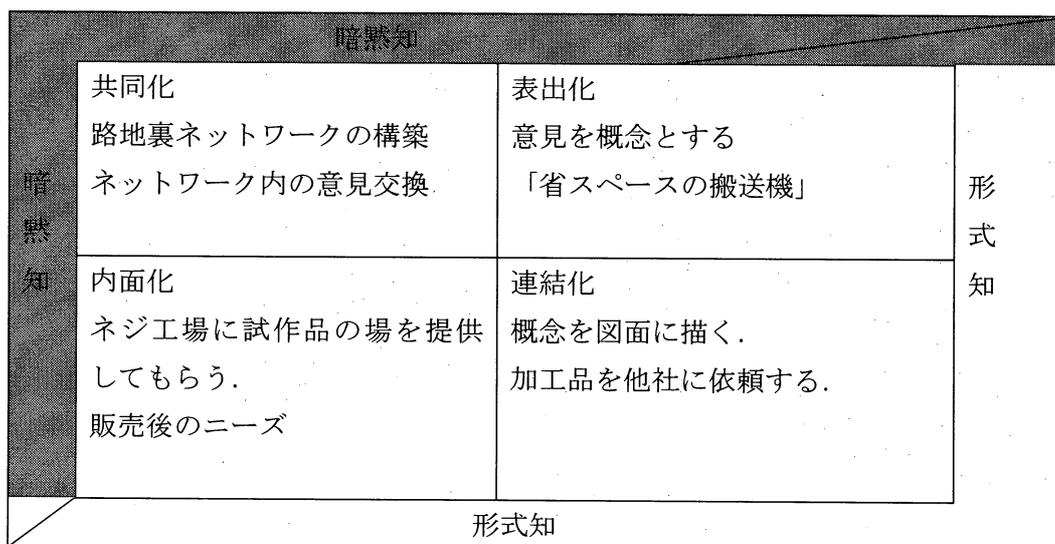


図 3 マグネポータ開発の SECI モデル

5. 考察

IT 化，グローバル化が進む現在製品だけでなく競合企業，取引企業，顧客，自社の体制を総合的に検討することで製品の付加価値を高めなければならない。製造業における人，技術，組織を見直しバランスよく製品を提供する生産システムをアジャイル生産システムという。組織のありかたは従来通りでは許されない。組織内部，組織間見直しが必要となる。顧客の要求を最大限反映させた製品を提供することができなければ現在の企業間競争には生き残れない。デル社は直接販売，B to O，ヴァーチャルインテグレーションを核にコンピュータ製造、販売の大手企業となった。その背景にはコンピュータが規格化されており，部品の性能がそのまま製品の価値になると，顧客が製品の内容を十分に把握しているのでサービス面の強化が購買の決め手となるからである。デルは特殊な例であるが企業間の情報共有，関係強化の手法は見習うべき点も多い。大田区の「おーing! ニッポン」もまた企業群が一つの組織を構築している。大田区は昔からの企業同士のつながりを強化することでサービスを提供している。競合受注グループは企業の連携による安定化と互いに競い合い活発化しうる。路地裏ネットワークは東大阪にある中小企業間の横のつながりである。そのネットワークを使い互いに技術を提供し合ってきた。マグネポータによって顧客の要求を反映し，企業群を組織として構成するようになった。マグネポータ開発を SECI モデルに適用することでニーズの聞き取りの拡大や企業群の組織化が路地裏ネットワークで可能であると分かった。

6. まとめ

種々の業種の中小企業が集積する地域である東大阪の下西製作所で研究を行った。現在東大阪の中小企業間に存在する路地裏ネットワークがどのように構築され，現在どのように活用されているか調べた結果，互いに受注しあう企業間のつきあいが路地裏ネットワークを生んだ。マグネポータのような応用製品を製作するのに使用されている。

II カस्प面解析の高齢者がもつ「ひらめき」の機構への応用

1. まえがき

我が国において問題視されていることは高齢者の雇用問題である。なぜ雇用問題が発生するのかは様々な要因が関わってくる。深刻な問題として高齢者の数が増加していくことによって65歳以上の人口が7%以上である高齢化社会、そして14%以上は高齢社会と呼ばれている。また、総務省の統計局の報告によれば、65歳以上の人口が7%から14%へと増加するのにかかった年数が、イタリアが61年、フランスが115年であったのに対して日本は24年という早いスピードで他国より進んでいることが分かる。日本政府は、これによって高齢者の今後を支える年金の問題もあり、年金の支給される年齢の引き上げを行うことなどの対策を取った。また、改正高齢者雇用安定法の導入によって企業に対して高齢者雇用確保処置として、定年の引き上げ、継続雇用制度の導入、定年の定め廃止においていずれかを義務付けた。これによって厚生労働省の発表によると、60歳以上における高齢者の常用労働者の人数は平成17年から平成19年にかけて約100万人以上増加していることが分かる。これによって、高齢者がより働きやすい環境へと進歩していつている。企業は高齢者よりも若い人材を必要としている傾向に変わりはない。もし高齢者の働いている人数の増加が高齢者雇用確保処置の導入が理由というだけであれば、それは大変な事態である。これからの企業の成長は高齢者の力が必要不可欠であり、したがって70歳を越えても雇用しつづけていきたいとさえ思う必要がある。高齢者は若い人に比べて重筋労働に身体が耐えることが出来なく、また負担のかかる姿勢での長時間の仕事は出来ない傾向にある。また、長い間働いていたというプライドが邪魔をして協調性にかける一面もある。しかし、今までの経験と知識である。これは、若い人には決して負けない重要な能力といえる。この能力が企業の成長に大きく関わってくる。それは企業が新製品を開発する際に必要な創造性に関係してくる。創造性の特徴である“ひらめき”は計画的に出るものではない。しかし、“ひらめき”が起きる過程には、主に2つの能力が関係してくる。1つは、知識である。知識という土台が無ければ、何か案を出すという行為すら起きない。そして、もう1つは何かしなければならぬという差し迫った状況の力を発想力とする。これら2つの能力が高いほど“ひらめき”度は高くなる。高齢者の“ひらめき”の過程にカस्प面解析応用することで、知識と圧迫発想力、そして“ひらめき”との関係を解析、検討して数理モデルを構築している。

2. カस्प面解析におけるひらめき過程

2.1 ひらめきの定義

ひらめきとはどういう意味であるか。大辞泉によれば「すばらしい考えが瞬間的に思い浮かぶこと、直感的な鋭さのこと」とされている。何か唐突に案が出てくる。Wallasは創造活動の過程において主に4つに分けている。

A 成功には至らないが真剣に意識的に仕事を長い期間行う“準備期”。

- B 問題は脇に置かれて、意識的な対象とはならない間にふ化が起こる“ふ化期”。
- C 無意識の中では作業が続けられていて、ふ化が成功すると、突然の啓示、問題解決への突然の洞察を経験する“啓示期”。
- D 啓示の段階では普通、ぼんやりとした解決が生まれるだけであり、得られた洞察を実証することによって問題は解決されることになる“実証期”。これより、ひらめきは3つ目の“啓示期”のことである。つまりひらめきは創造性の中の一つであり、これは単に偶然に起きるものではない。

2.2 カस्प面解析におけるひらめき過程

ひらめきを起こすために何が影響されているのかをカस्प面解析を使って調べる。Wallas の創造過程より、経験や知識量が関係していることが分かる。差し迫った発想力も重要な関係を示す。差し迫った発想力を圧迫発想力と呼ぶ。圧迫発想力は、何か新製品を作る際にはある共通した考えがある。“なんとかしなくてはいけない”という問題意識であり、何か打開策を考えることになる。物事に対して考え、また一つの面からではなく様々な視点から物事を見て判断する発想力が重要となってくる。創造過程において、知識量、圧迫発想力がひらめきとどのように関係してくるかを調べる。各項目においてアンケートを作成し、そのアンケートによって測定した内容を数値化し、カस्प面解析にて判断する。新製品を開発するために必要なひらめき、知識量、圧迫発想力を評価するために、下西製作所の方々に協力をしてもらい、製品開発について色々と話をしてもらい、その際に IC レコーダーによって会話を録音している。そして録音した音声データを文章化し、プロトコル分析を行ってアンケートを作成する。

2.3 知識量を測定する方法

ひらめきが起きるために最も必要なものは知識量である。それは、何かを創造するためにも多くの知識量を持つておく必要がある。プロトコル分析を行ったデータより様々な知識を抽出している。知識量に関してはそのままではあまりに専門的な内容になる。各項目に要因分析図を作成して、大学生も分かるような内容になっている。そのアンケート項目に回答してもらい、各項目の要因分析図の一例が図 4 に示されている。

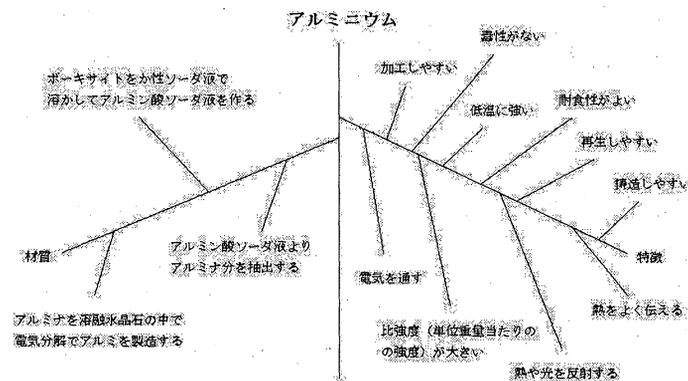


図 アルミニウムの要因分析図

これより各要因分析図の内容を項目化してアンケート内容にする。そして要因分析図より抽出した例を以下に示されている。

2. アルミニウム
- 1) 熱や光を反射する
 - 2) 熱をよく伝える
 - 3) 持造しやすい
 - 4) 再生しやすい
 - 5) 耐食性がよい
 - 6) 比強度（単位重量当たり）が大きい
 - 7) 電気を通す
 - 8) 加工しやすい
 - 9) 低温に強い
 - 10) 毒性が無い
 - 11) ボーキサイトを酸性ソーダ液で溶かしてアルミン酸ソーダ液を作る
 - 12) アルミン酸ソーダ液よりアルミナを抽出する
 - 13) アルミナを熔融水晶石の中で電気分解でアルミを製造する

2.4 圧迫発想力を測定する方法

圧迫発想力は、“カस्प面解析におけるひらめき過程”で述べたように、何かをしなくてはいけない状態での発想力となる。つまり、「開発に必要な発想力」に加えて「何か圧迫されるような要因からくる発想力」の 2 つをあわせ持つ必要がある。それより、下西製作所でのプロトコルデータより図 5 のように抽出した内容をアンケート項目とする。このアンケート内容は高沢公信のアイデア形成力を参考に作成している。

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. 過去の経験も常に考慮に入れて行動する。 2. 今までに無い発想に耳をかたむけたりはしない。 3. 今の状態が絶望的でも決して諦めず解決方法を探す。 4. 自分以外の人の提案を取り込む考えは持っていない。 5. 常に色々な立場から物事を見て行動するように意識している。 6. 思いついたことは、自分に余裕が出来てから使える案かどうか考える。 7. 常識に囚われずに常に新しい方向へと進む姿勢がある。 8. 新製品開発において最も重要なのは、その製品の性能である。 9. 一つの仕事に熱心に妥協せずに納得いくまでとことん行う。 10. 開発は現状の商品では打開できない場合にこそ行うものである。 11. 人とのネットワークをフルに活用して周囲を巻き込んでいく。 12. 新しさや面白さより常識や世の中の基準を重んじる。 13. 不便や不具合からアイデアを思いつくのが得意である。 14. 目標のゴールが明確でなく、いつ解決するかも分からない状態は耐えられない。 15. 打たれ強く、ストレスに強い耐性がある。 16. 自分が発見したことや思いついたことは仲間に話さない。 17. 全く駄目だと分かれば計画を白紙に戻すこともいとわない。 18. 人と雑談するのは好きではない。 19. 未知を恐れない。 20. 開発する際にはマーケットリサーチは十分に行わない。 |
|--|

図 5 圧迫発想力のアンケート項目

3. 実験および解析（高齢者 55～74 歳の調査）

3.1 実験データおよび解析結果

下西製作所における社員の高齢者を中心にアンケート用紙を用いて実験を行う。よって合計 15 人 (55~74 歳) のアンケート結果のデータを利用する。実験データが以下に示されている。

表 1 実験データ

	年齢	[1]	[2]	[3]
1	57	89.5	14.5	7
2	63	40.5	8.5	7
3	58	18	8.5	11
4	59	92	15.5	9
5	58	59.5	13.5	4
6	60	30	15.5	8
7	61	30.5	10	5
8	64	83.5	15.5	11
9	61	77.5	12.5	4
10	55	40	17	6
11	62	66	17	8
12	65	92	15.5	4
13	74	59	18.5	7
14	58	64.5	14	6
15	57	54.5	12.5	9

このデータよりカस्प面解析を行う。結果を以下に示す。

3.2 モデルの検定

今回のデータがカस्पカタストロフィモデルと判断するために 3 つの検定条件を満足する必要がある。

(1) 線形モデルの尤度とカस्पモデルの尤度との比較による検定

実験結果より帰無仮説 H_0 、対立仮説 H_1 とした場合による尤度比統計量は 11.167 である。また、このモデルの自由度は $\nu = 2$ より $2\nu + 2 = 2 \times 2 + 2 = 6$ より自由度は 6 と表される。

有意水準を 5% とする場合の x^2 値は 12.59 である。これより尤度比統計量が x^2 値より高ければ検定条件を満たしているため、 $11.167 < 12.59$ より検定を満たしていない。よって有意水準を 10% とした場合は x^2 値は 10.64 となるため尤度比統計量の値が x^2 値より高くなるため検定を満たしている。

(2) D と 0 の比較による検定

$D = 0$ の場合は帰無仮説 H_0 、 $D > 0$ の場合が対立仮説 H_1 とした場合による t 統計量は 1.988 である。

このモデルの自由度は $N = 15$ 、 $\nu = 2$ より $N - 3\nu - 3 = 15 - 3 \times 2 - 3 = 6$ であるため自由

度は 6 と表される。有意水準を 5% とする場合の t 値は 1.943 である。これより t 統計量が t 値より高ければ検定条件を満たしているため、 $1.988 > 1.943$ より検定を満たしている。

(3) 双峰範囲の観察値における検定

非対称範囲 $A(\underline{X})$ と分岐要因 $B(\underline{X})$ のデータを表したものである。観察値は少なくとも 10% が双峰範囲にいる必要がある。観察値は 66.666% が双峰範囲内にあるため、検定条件を満たしている。

3.3 実験結果のパラメータ

検定より、カस्पカタストロフィモデルである。次に実験データよりカस्प面解析時にパラメータを解析し、表示する。

表 2 実験パラメータ

A_0	0.536	B_0	2.028
A_1	-1.115	B_1	0.454
A_2	1.539	B_2	-0.26
C_0	-0.19	D	1.284
C_1	0.515		
C_2	-0.942		

Cobb のカस्पカタストロフィモデルの式は以下に表される。

$$0 = A(\underline{X}) + B(\underline{X})[Y - C(\underline{X})] - 1.284[Y - C(\underline{X})]^3$$

独立変数ベクトル X_i ($i = 1, 2, \dots, \nu$) のスカラー値の性質を 3 つの制御要因は以下に表す。

$$A(\underline{X}) = 0.536 - 1.115X_1 + 1.539X_2$$

$$B(\underline{X}) = 2.028 + 0.454X_1 - 0.26X_2$$

$$C(\underline{X}) = -0.19 + 0.515X_1 - 0.942X_2$$

Y , X_1 , X_2 はそれぞれ創造力, 知識量, 圧迫発想力の値を示す。

3.4 解析結果の考察

以下の 3 つの関係を考察する。

1. 知識量と創造力の関係
2. 圧迫発想力と創造力の関係
3. 知識量および圧迫発想力とひらめきの程度の関係

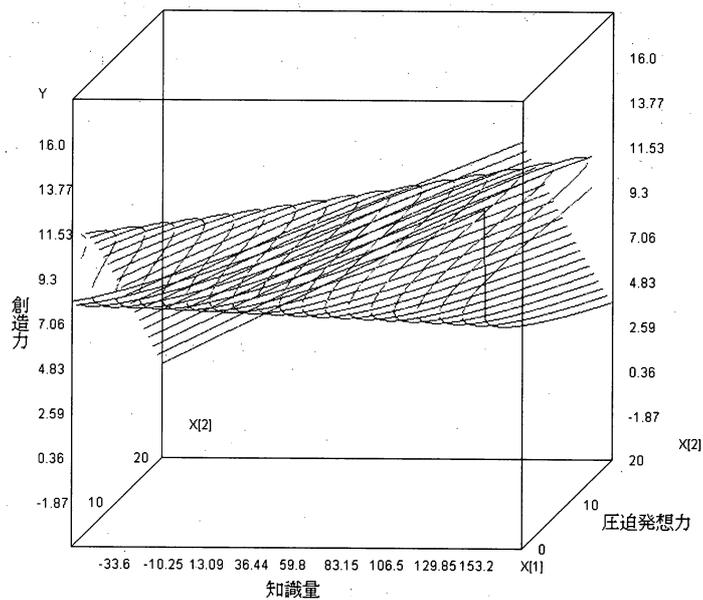


図 6. カस्पカタストロフィモデル

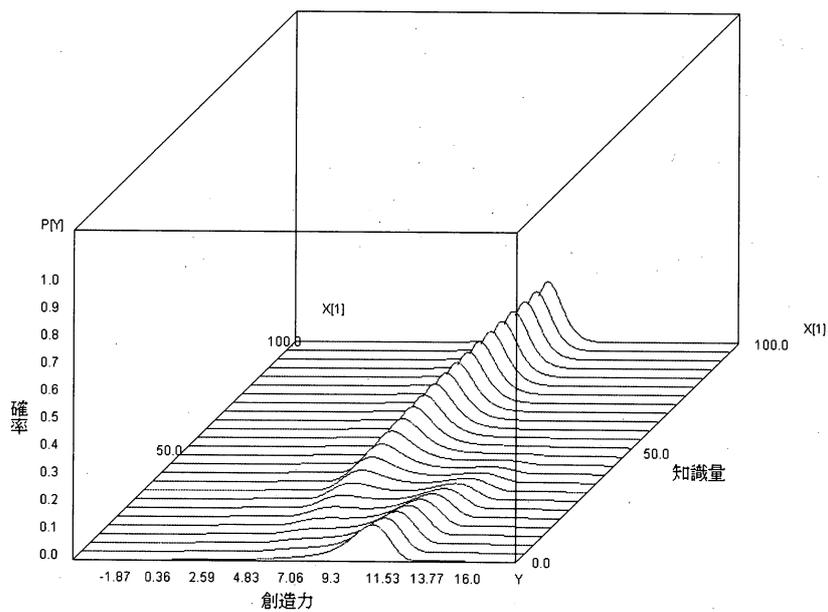


図 7 確率密度関数

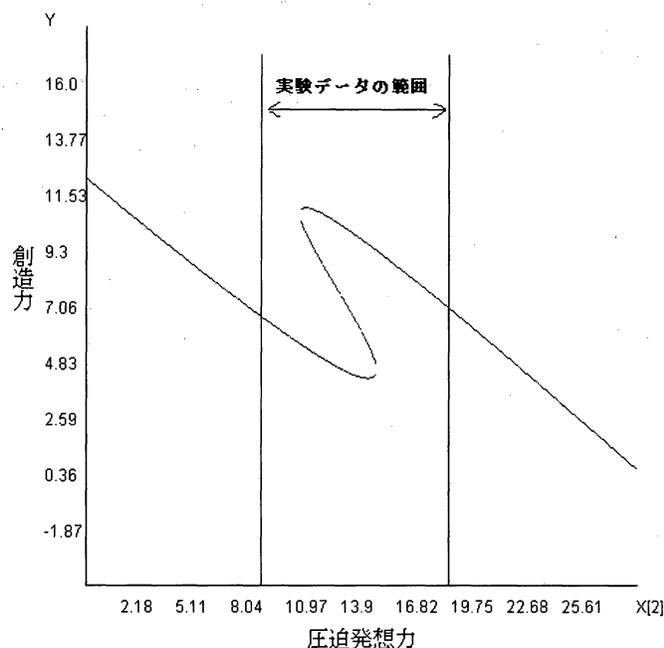


図 8 $X_1 = 60$ における Y と X_2 の関係

ひらめき（ジャンプ現象）が起きていることが分かる。知識量 X_1 と 圧迫発想力 X_2 を創造力 Y の分布状態で示したが確率密度関数である。創造力 Y の分布は、7～11 付近に集中し、7～11 付近に集中しているが、知識量と圧迫発想力の評価が高まるにつれ、創造力の高い評価における分布は減少している。圧迫発想力が $X_2 = 5$ から $X_2 = 10$ に高まると、ジャンプする範囲が広がる。知識量が低下すると、ある一定の評価で高い創造力へジャンプする。知識量における創造力と圧迫発想力の関係は圧迫発想力が高まると、ある一定の評価で高い創造力の評価へジャンプする。創造力が急激に低下する傾きを表している。若年者（18～28 歳）と高齢者（55～74 歳）の結果を比較する。

4. 若年者（18～28 歳）と高齢者（55～74 歳）の実験結果の比較

若年者を中心に調査した結果と高齢者を中心に調査した結果を比較する。若年者に比べ、高齢者のデータは [1] 知識量、[2] 圧迫発想力の評価が全体的に高い。[3] 創造力の評価は若年者に比べ全体的に低い。若年者の [3] 創造力の評価は 7～22 とばらつきがあるが、高齢者の評価は 4～11 とばらつきが少ない。高齢者の創造力の結果が原因であると推測する。原因は、若年者に比べて、高齢者は疲労やストレスの影響を受けやすい。単独行動を好む高齢者は、周りに複数の人がいると積極的に回答する意欲が低下する可能性がある。アンケート調査方法を改善する必要がある。

5. まとめ

知識量と圧迫発想力との関係におけるひらめきの割合を調べた。創造性、知識量、圧迫

発想力を求めるためのアンケート項目を作成して調査を行った。その結果よりカスプ面解析を行い、知識と圧迫発想力のひらめきへの影響を求めることが出来た。確率密度関数より知識量および圧迫発想力が低い場合には創造性の値は低い値の方が多い。両方とも値が増加していくと、創造性は高い値が低い値より多いことが分かる。知識量と創造性、圧迫発想力と創造性の関係を表す。知識量の値が増加するほど創造性が増加し、圧迫発想力が増加するほど創造性が増加しており、また両方ともジャンプ現象が発生している。知識量や圧迫発想力が低い場合は、ジャンプ現象は起きにくくなる。“ひらめきの定義”よりひらめきとは創造性が発生する行動の一つであったため、創造性が高まることは、ひらめきの割合が高まる。ひらめきの割合を高めるためには、知識量および圧迫発想力を高める必要がある。カスプ面解析を行うことによって、各関係におけるジャンプ現象を確認できるため、どの程度の知識量でひらめくかということが分かる。どの程度の知識量を持つことによって他者よりひらめきの割合を高めるかを調べることが出来る。サーバー上に格納することにより、アンケートを解答してもらった際に結果をもらう時間や、いつでも好きな時に解答できる手軽さを備えることが出来る。ひらめきの割合によって高齢者の雇用の重要性を示すことが出来る。また劣っている項目に関しては改善方法を考えることが出来る。解答データを保存する機能も備わっていない。今後は、こういった課題を解決していくことで高齢者の雇用問題の解決に役立つと考える。

Ⅲ 高齢者用知識共有データベースの構築

1. 研究の背景および目的

情報化は多くの分野で成熟の度合いを高めつつある。Web サービスの向上により、組織やグループ内で知識情報の共有化、また知識情報を明確にすることで、作業効率の向上、新しい発見を容易に行うことの可能なナレッジマネジメントについて注目されている。多くの企業においてもロータスノートやグループウェアをナレッジマネジメント支援として導入し、利用されている。ナレッジマネジメントにより知識情報を有効に共有するには明確にされている知識と明確に表現されない知識を相互作用させることで向上させることが重要である。野中により知識には、はっきりと明確化されていない「暗黙知」と明確な言語、数字、図表で表現される「形式知」に分かれていて、それらが相互に作用し合いスパイラル状に循環することで向上していく SECI モデルが提唱されている。これを基に現在に至るまでナレッジマネジメントを推進するシステムが数多く提案されてきた。ナレッジマネジメントに従って知識情報の共有や知識情報を活用するシステムを導入することで企業組織の問題解決能力の向上により成果が得られたという成功例も多い。現行の知識情報をテキスト化し、ストックして利用するというアプローチの限界も指摘されている。これは、データベースにストックできる知識や経験が人間のもつ知識情報のほんの一部に過ぎないこと、ストックされてから利用されるまでの間に陳腐化してしまうこと、データベースにストックされた時点で既に利用価値の多くを失ってしまっていることなどの要因による。多くのナレッジマネジメントが失敗に至ってしまう要因として、いずれのシステムも他人の

ために知識情報を公開するという心理的抵抗も大きな問題である。さらに企業活動のグローバル化や技術の進歩によって組織を取り巻く環境はめまぐるしく変化し、単純に過去の経験を適用するだけでは解決出来ない問題も増えている。このような問題を解決するには組織内の最新の知識を活用することが必要不可欠であるという問題意識から、知識情報をストックして管理するのではなく知識を持つ人間を管理するアプローチが注目されている。つまりはストックされた知識情報を活用するのではなく、知識を持つ人間を活かすことで迅速な問題解決を図るという人間中心の Know-Who アプローチである。そのような知識を持つ人間は長年勤めた高齢者のベテランに多く、ネットワークを通じての知識情報の共有に強い心理的抵抗を持っていることが多い。この心理的抵抗により高齢者の知識情報がデータベースにストックされずにナレッジマネジメントが失敗する傾向がある。一方、近年では知識情報の共有に関しては Blog や Wiki, SNS (Social Network Service) といった Web サービスが社内にナレッジマネジメントとして数多く取り入れられている。その理由の背景として、各サービスが広く社会に認知され、多くのユーザを獲得していることが挙げられる。いずれのサービスもナレッジマネジメントそのものを推進するものではないため、複数のサービスを組み合わせる等、運用するための工夫が必要である。ナレッジマネジメントを推進することで社会の知識情報の共有に貢献すべく、ベテランの技術、知識情報を Web コンテンツによってデータベースを構築し、検索によって知識情報の共有を行うことが可能なシステムを運用することが主な目的である。システムに求められる機能的要件を明らかにして、要件を満たすシステムの提案、特徴を示す。広く使用されているナレッジマネジメントシステムの検証を行い、前述したシステムとの機能比較を行う。具体的なシステム構成、ソフトウェア環境、さらには応用例に至るまでの各種の事柄について考察を行っている。

2. 知識情報とナレッジマネジメント

コンピュータシステムと情報ネットワークの発展と普及により、企業をはじめとする様々な組織を取り巻く情報環境も急速に変化しつつある。仕様書やマニュアルのような形式的なものだけでなく、業務を遂行していく中で発生するコツやノウハウのような非形式的な知識情報を蓄積・共有するナレッジマネジメントへの関心も高まっている。組織内に存在する知識である暗黙知および形式知について述べ、続いてそれらの集合体である集合知について述べている。

2.1 野中の知識創造理論

野中の代表的な著書である「知識創造企業」は経営学の世界において、知識創造という観点から企業組織を再検討し、知識創造企業という新しいコンセプトを提言した。「知識創造企業」の基になった論文「知識創造の経営」は欧米で一大センセーションとなり、ナレッジマネジメントブームを巻き起こした。野中の理論が提言される以前にも物的資産や金融資産等といったタンジブル・アセット（目に見える資産）以外の情報、ブランド、文化、知識等といったインタンジブル・アセット（目に見えない資産）に着目し、競争優位を説

明するという試みは数多く行われており、経営資源としての知識の重要性に着目したのは野中が初めてというわけではない。野中の理論の革新的な点は、一般的に云われる知識という概念を超えて人間が内部に持つ暗黙的な知識に着目した点である。野中によれば、知識とは本来目に見えにくく表現しがたい暗黙的なものであり、一般的に云われる数式や文章化されたマニュアル、データといった知識は知識の一側面に過ぎないのである。野中は図 9 の知識創造スパイラルモデル提案している。

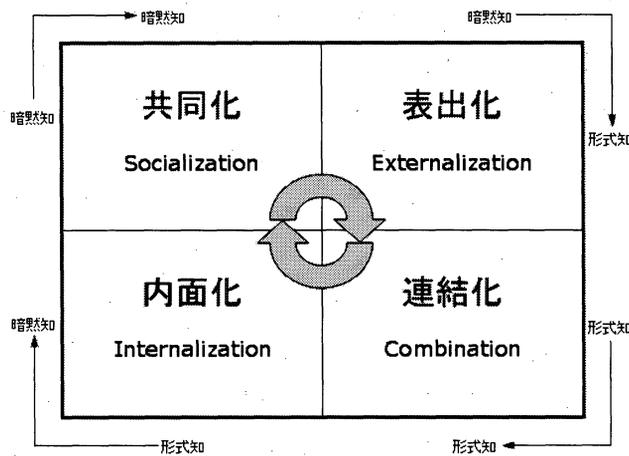


図 9 知識創造スパイラルモデル

2.2 ナレッジマネジメント

ナレッジマネジメントとは、個人の持つ知識や情報を組織全体で共有し、有効に活用することで業績を上げようとする経営手法である。この場合の知識とは、単なるデータの集合体ではなく、組織内で蓄積されているドキュメントやメール文書である「形式知」および、業務を遂行する中で獲得できる経験則や仕事のノウハウといった、普段はあまり語源化されない「暗黙知」までを含んだ幅広いものを指す。これからの企業経営の重要な要素となるといわれており、米国を中心に、対応を急ぐ企業も増えつつある。ナレッジマネジメントを浸透させることにより、個人の能力の育成や、組織全体の生産性の向上、意思決定スピードの向上、業務の改善や革新の場の提供が実現できるとされている。技術ナレッジマネジメントを研究対象に扱うにあたって「暗黙知」についてよく理解しておく必要がある。

2.3 ナレッジマネジメント支援システム

ナレッジマネジメントの必要性が重要視されるから、コンピュータによって人間の知識活動をサポート、肩代わりさせようという試みはコンピュータサイエンス、人工知能などの分野で広く行われてきた。コンピュータは実用化された当初、大砲の弾道計算などの数値計算に用いられていたが、後に線形計画法や有限要素法などの高度で大規模な行列計算の用いられるようになった。産業規模の拡大によって増大した事務処理をコンピュータによって行うようになってからはデータ群や文字の処理が中心になったことで、コンピュー

タは計算機械から情報処理機械へと役割を変えていった。パターン認識や機械翻訳、機械要約といった人間の知覚、知識活動の一部を代行するといったことも行われている。人間の知識活動をサポート、肩代わりする代表的なコンピュータシステムとしてはルールに基づいて推理をおこなうエキスパートシステムや、テキストなどの情報を蓄積するデータベース、データベース内から必要な情報を探し出す検索システムなどがよく知られている。

(1) エキスパートシステム

エキスパートシステムは専門化の知識をルール化し、そのルールに基づいて論理的な推論をおこなうシステムである。専門家の持つ知識を事象と属性の集合によって表現し、属性についての質問によって事象を絞り込むことによって実現している。故障診断や医療診断など、既知の問題解決のサポートで成果を上げられる。

(2) データベース

データベースは大量のデータを効率よく整理、格納し、必要に応じて取り出して利用できるようにしたシステムである。データの集合にインデックスをつけ、インデックスを利用して実際のデータにアクセスすることで実現している。単純なカード型データベースや階層型のデータベース、複数のデータファイルが相互に結びついたりレーショナルデータベースなどがある。

(3) 検索システム

検索システムは、データベース内から必要とする情報を探し出して取り出すためのシステムである。記号や文字列のマッチングによって検索するものや、データベースの階層から検索するもの、論理的推論を用いて検索するものなどがある。これらの技術を経営効率の向上、生産性の向上に活用する試みは古くから行われ、多くの企業で経営情報システムやグループウェアが導入されている。経営情報システムは顧客情報等のデータをコンピュータ上で管理、活用することで経営をサポートするシステム全般を指す。グループウェアは単にデータを管理するだけにとどまらず、組織内のコミュニケーションや知識の共有をサポートするツールの総称である。よく知られているシステムとしてはロータスノートがある。最近では、グループでの意思決定や業務のプロセスを支援するといった研究も盛んに行われている。

2.4 Web 上での効果的な知識操作

暗黙知、形式知は個人に纏わる知識についての理論である。Web 上で知識を取り扱い多くのユーザが参加して知識を操作する。暗黙知、形式知ではなく集合知について注目すべきである。集合知は、個から発信された情報を集め何なんらかの加工を施し、新たな価値を生み出したものを指す。情報の受け手だったユーザが自ら情報の発信者ともなり、互いに情報を提供・利用しあいながら、ユーザ主体の「集合知」を生み出したり、新しい情報検索の仕組みを形成していくことである。集合知は多くのユーザが参加して、彼らの判断や知識を集めることにより、それ自身が非常に価値の高い知識となり、その知識が集合知であるとされている。Blog 記事などは論文に引用されることも多いことなどが挙げられる。

また、Wikipedia は非常に多くの利用者が集まり、各分野の専門家が独自に編集し、その集合体としてオンライン百科事典としての機能を果たしている。集合知を収集しやすくなる場を構築するためには、4つの手順を踏む必要がある。

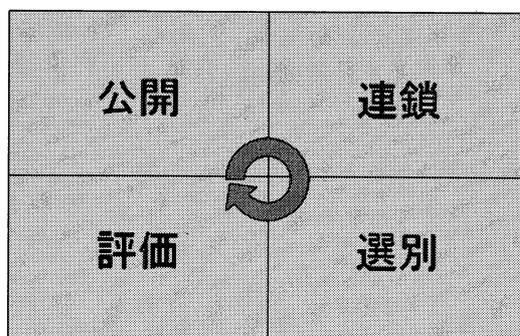


図 10 集合知を構築するステップ

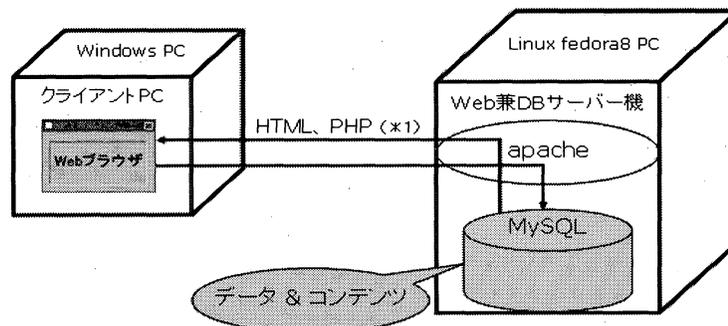
「公開」はコミュニケーション情報源や業務システムからの知識源を組織内に一般公開することである。コミュニケーション情報源の例としては、個人が業務レポートや成果物、気づきや自分の意見など、日々の活動から得られた情報を Blog などのコンテンツを使って作成し公開することが挙げられる。業務システムからの情報源の例としては、業務システム中のログデータやデータベースから抽出した集合知的な情報を組織内からアクセスできるように公開することを挙げることができる。「連鎖」は公開された情報源や知識源に対して、参加者が引用したり、参考情報をリンクさせたり、コメントを書き加えたりなどの操作を行い、情報源や知識源間のつながりを増やしていく。「選別」は連鎖によって情報源や知識源に追加されたリンク情報に対してある指標を与えて計数化させ、この情報源や知識源の価値を間接的に計算し知識の重要度を判定する。参加者の民意を反映した情報源や知識源は、必要性に応じ内容を強化する。

「評価」は選別によって評価された情報源や知識源を必要性や用途に応じて序列化し、グループ化して参加者に提示することでその価値を評価することである。参加者の民意を反映した情報源や知識源の体系化を併せて行う。この体系化された情報源や知識源がきっかけになって、参加者が新たに情報や知識を追加していくと、次の公開ステップが開始されることになる。これらの手順を踏むことにより、集合知が収集しやすくなるとされており、集合知収集に適したナレッジマネジメントシステムを構築する際には、SECI モデルと併せてシステムの設計を行う必要がある。

2.5 データベースシステムの提案

知識データを蓄積するデータベースシステムを提案する。どのクライアントからでもアクセス可能でデータベースの一覧、追加、変更、削除、更新操作を行えるようにするためにデータベースサーバに MySQL を導入し、Web サーバの Apache を通して PHP 言語でデータベースを操作することができるシステムを構築する。従来 MySQL を利用してのデータベースシステムはネットショップの商品在庫管理など、単語のような文字列の少ないデータを

扱うことに適している。本研究で取り扱うメインのデータは物事に対しての知識、ノウハウなどなので、1つのデータが膨大な量になってしまうことがある。そこでMySQLは知識データの整理を中心に利用する。メインのデータはテキストファイルに抽出し、サーバ上の知識データを保存するディレクトリに格納する。MySQLでは取り扱いデータの一覧、追加、変更、削除、更新、検索を行い、検索結果から知識データを格納しているディレクトリにアクセスするシステムである。MySQLを活用するのはデータのラベルを検索、編集するだけで、そこにメインのデータの格納は行わない。サーバサイドからのデータの確認を容易に行えるようにするためである。その利点としてはクライアントに公開しているMySQL上でのリストから削除しても一度サーバに保存したデータを残しておくためである。こうすることで知識情報は半永久的にサーバに蓄積されていくことになる。企業で利用するならば高齢者技術者の知識情報を企業の財産として残すことが可能になる。データベース上から削除されてもデータはサーバからの操作でいつでも取り出すことが可能になるのである。よいデータベースシステムの条件は、入力フォームが取り扱うデータに対して適合していること、適切な検索システム等である。入力フォームについてはデータ入力者の情報と入力データの種類等の情報である。適切な検索システムを実現するためにデータ構造に作成者、日付、タイト



(*1)PHPIはデータベース管理システムMySQLはPHPIによって操作を行うため採用

図 11 データベースシステムの構造

ル、概要がキーワード検索の対象範囲とする。

ある程度の動作以降搬送対象物が全く上がってこない。

原因

- (1) 下から上に搬送を行う場合には、下に設置している箱に対象物を入れているが、対象物が多すぎるとねじの固まりが生じてコンベアーに引っ掛からない。
- (2) 対象物がナットの場合は噛み合い一枚の板のようになってしまう。

対応方法

対象物が噛み合わないように底を回転させる。そうすることで対象物をほぐすことがで

き、固まりになるのを防ぐことができる。

キーワード

底・外側を回すという発想，位相の変化

2.6 データベースシステムの詳細

データベースシステムは表示モード，追加モード，削除モードの 3 つの操作が可能である。表示モードではデータベースシステムに格納した情報のリストを一覧表示することが可能である。Know-Who 情報から様々な知識情報を習得することができる。

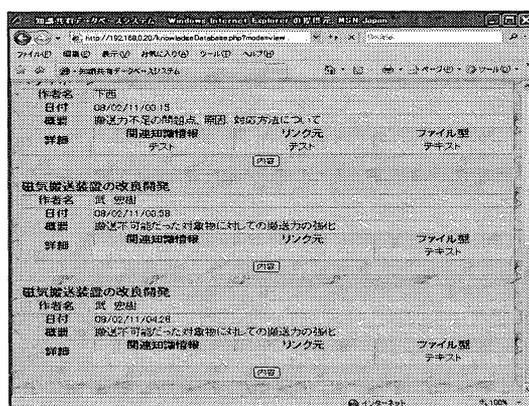


図 12 一覧表示画面

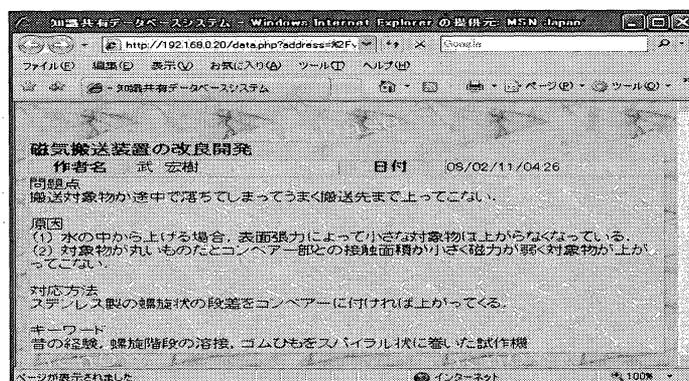


図 13 クライアントから読み込んだテキストファイル

追加モードでは知識情報登録画面によって，ユーザが知識情報の登録を行うことができる。格納したデータはデータベース上の文字列をそのままテキストファイルに書き込むので HTML 言語をサポートする。これにより，単純なテキスト情報だけではなく，Web サイトを作る感覚で知識情報を作成することが可能である。登録した知識情報はサーバ内の /ver/www/html/knowledgedata/ ディレクトリに知識情報のタイトル名に日付を加えたファイル名で保存される。知識情報のタイトル名をファイル名の先頭にするこで，サーバサイドからもファイルのソートを利用することで容易にデータを整理することが可能である。

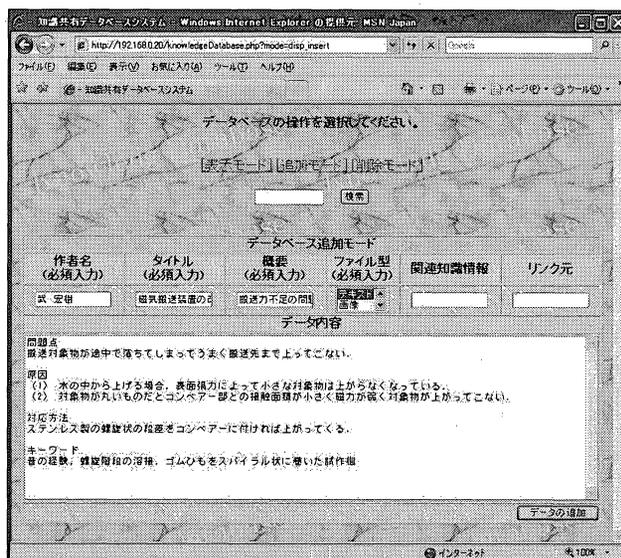


図 14 知識情報登録画面

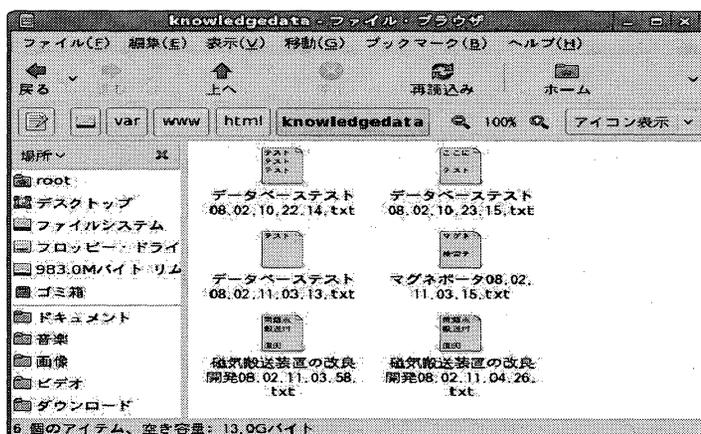


図 15 サーバに格納されたテキストファイル

3. まとめ

データベースの構築については SNS でコミュニケーションを行いながらデータベースシステムに入力するより XOOBS を利用してデータベースのモジュールを活用したほうが効率的なシステムであった。使い勝手についての検証方法が主観によるもので、曖昧な結果となってしまった。利用者の好みによって使い勝手が悪く感じてしまう場合もある。XOOBS はモジュールによって機能のカスタマイズやデザインもカスタマイズ可能なので現状よりも高齢者にも容易に利用可能なシステムに仕上げる必要がある。フォームの入力が億劫に感じたのは、もともと Web コンテンツへの投稿や更新の作業に対しての抵抗心を持っている高齢者にとっては大きな問題点である。作成したデータベースシステムは知識情報を格納する際の負担を減らすことを考える必要がある。作成したデータベースシステムは高齢者でも容易に扱うことを可能にするために、プログラム言語の理解力を深め、入力フォームと検索システムの更なる改善が強いられる。

IV 生産システムと路地裏ネットワークの融合

路地裏ネットワークは、近隣のものづくり仲間(中小企業同士)の人的あるいは技術連携による共同受注ネットワークである。製品メーカーである当社では、製品開発のため路地裏ネットワークを組織する近隣の部品メーカーの技術によって作成された部品を利用し、様々な製品を開発している。路地裏ネットワークは下記のような特徴を有する

- ネットワークを構成する個々の企業の距離が近い
- それぞれの企業が得意な技術を持つ

路地裏ネットワークに参加する企業は、それぞれが近隣で事業を行うという地理的なメリットと、個々の得意技術を活かした分業による相互補完で、経営コストの削減・経営効率の向上を図っている。当研究では、路地裏ネットワークで構築されたアジャイル生産システムの活用範囲を拡張することでビジネス規模を広げ、高齢者職域拡大の基盤を築くことを目指す。

1. アジャイル生産システム概要

アジャイル生産システムの概要は以下の通りである。当社では磁力式垂直搬送供給機を製造するために、路地裏ネットワークに参加下記の技術を持つ各社から部品を調達している。

- ステンレス板レーザー加工メーカー
- アルミ板切断・穴あけ加工メーカー
- 鉄板、ステンレス板溶接・切断火口メーカー
- スライドスペーサー、チェーンレール製作メーカー
- 伝導機器商社

下西製作所で受注した製品は構成部品に展開され、調達先別の発注データとしてデータベースに保存される。調達先のクライアントにより、各社ごとの発注情報を Web ブラウザによって照会することで企業間の発注情報の伝達を素早く、正確に行うことが可能となる。

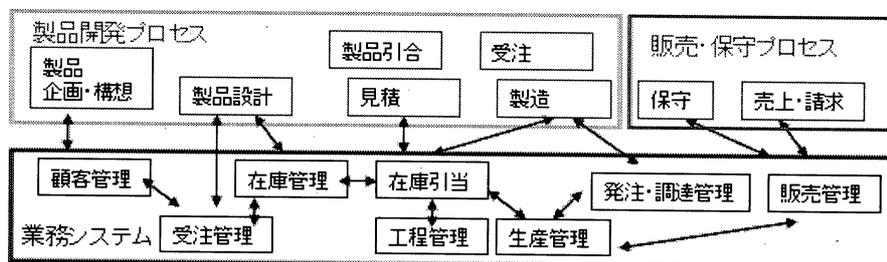


図 16 システム構成の概要

アジャイル生産システムは Web アプリケーションとして構築され、システムにアクセスするクライアントは Web ブラウザのみを準備することで発注データの照会が可能になる。システム構成の概要は図 16 の通りである。

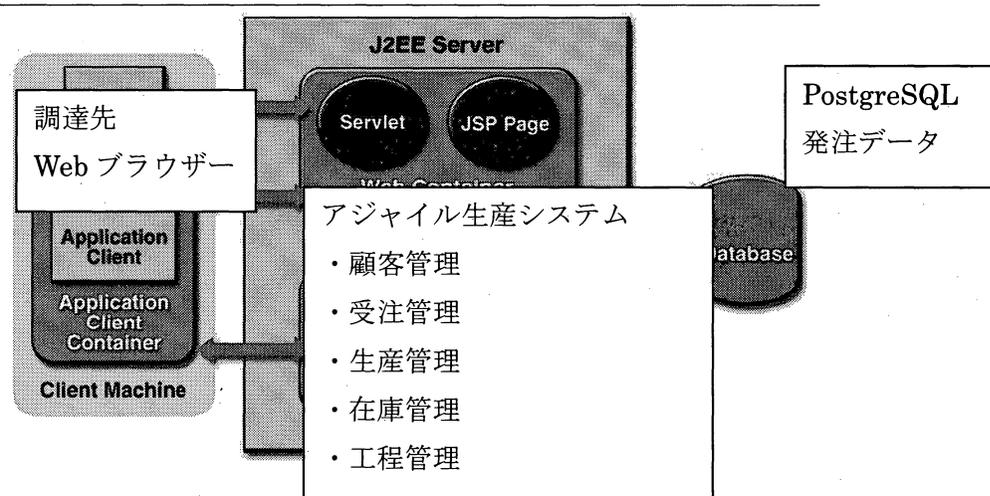


図 17 アジャイル生産システム

現行のアジャイル生産システムはクリエイションコア・インキュベーションルームの LAN 環境で作動している。アジャイル生産システムの活用範囲拡張のためには、当システムのインターネット接続による外部からの接続環境整備及びセキュリティー機能の付加が必要である。また、当研究で構築した文書管理システムのデータを活用することによりシステムは、その価値をさらに高いものとする可以考虑。

6. 今後の展開

前項でも記した通り、現行のアジャイル生産システムには下記の課題が残されている。

- インターネット接続環境の整備
- セキュリティー機能の付加
- 文書管理システムに格納された文書データとの連携
- システム利用者向けサポート
- システム運用・保守体制整備