

高齢者の豊富な知識，経験と路地裏ネットワークを活用した生産システムの構築及び作業負担の軽減による職域の拡大に関する調査研究

株式会社下西製作所

所在地 大阪府東大阪市若江東町 6-8-26

設立 昭和 46 年 9 月

資 本 1,000 万円

従業員 66 名

事業内容 マグネット応用製品の企画，開発，製造，販売

研究期間 平成 19 年 4 月 2 日 ~ 平成 20 年 3 月 19 日

研究責任者	下西 巖	株式会社下西製作所 代表取締役社長
	久米 靖文	近畿大学理工学部 教授
	高山 智充	アレグロソフトテクノロジー 取締役社長
	加藤 信行	株式会社下西製作所 取締役
	佐竹 新一	株式会社下西製作所 生産技術 G 社員
	前畑 豊実	株式会社下西製作所 経理 G 次長

目 次

．研究の背景・目的	172
1．事業の概要	172
2．高齢者の雇用状況	172
3．研究の背景・課題	172
4．研究のテーマ・目的	173
5．研究体制と活動	173
．はじめに	175
．高齢者の豊富な知識，経験と路地裏ネットワークを活用した生産システムの構築	177
1．阻害要因の検証	177
2．改善案の検討	177
3．改善案の実施	188
．高齢者の豊富な知識，経験と路地裏ネットワークを活用した 生産システムによる高齢者の職域拡大	191
-1．高齢者向けの開発設計支援ソフトの開発	191
1．阻害要因の検証	191
2．改善案の検討	191
3．改善案の実施	199
4．効果測定	202
-2．高齢者の職域の拡大に向けた生産システムの改善	207
1．阻害要因の検証	207
-3．開発，設計における作業負担軽減のための支援機器の開発	208
1．阻害要因の検証	208
2．改善案の検討	210
3．効果測定	212

・研究の背景・目的

1．事業の概要

当社は、昭和 43 年の創業以来、マグネット応用製品の企画・開発、製造・販売を行っており、筆箱の蓋や家具の扉などに使われている磁石と金属の留め具＝マグネットキャッチの製造から始まり、最盛期には国内シェアの約 6 割を占めていたが、類似商品が相次いで参入し、値引き競争が激化したため、OA 機器に使われる特殊部品（ヒンジ）の開発に着手し、数々の大手企業にこの技術が採用され、業績を維持してきた。ところが、この製品も、生産ライン全体が中国へ移転したため、工場を中国に移さざるを得ない状況となったため、新たに開発部を設置し、現場で困っている問題から開発テーマを拾い上げ、商品化をする過程で高齢者の豊富な知識、経験と、当社を中核とした近隣のものづくり企業が相互に協力し合いながら新製品の開発を行うネットワーク＝路地裏ネットワークをフルに活用した結果、磁力を使ってネジやボルトを下から上へと運び上げる機械＝マグネポータ（磁石式コンベア）を世界で初めて開発し、それまで 4～5 人でやらなければならなかった重い金属の荷揚げ作業が女性 1 人でもできるようになり、この技術は、自動車産業大手企業の生産ラインへの導入を果たした。

2．高齢者の雇用状況

高齢者雇用の状況は現在、定年年齢は 60 歳、平成 18 年度から最長 65 歳までの再雇用制度を導入しているが、実際には 73 歳になる再雇用者もいる。66 名の従業員のうち 55 歳以上の者は 27 名に上り、高齢化率は 40%を超えている。これらを除く 45 歳以上の者も 16 名おり、今後はより一層高齢化が進むものと思われる高齢者雇用に関する問題点は、当社で働く多数の高齢者も、加齢による識別能力や瞬時の判断力の低下等が見受けられるとはいえ、長年に亘って

培われた豊富な知識、経験に基づく勘やコツ、これらに基づいた総合的な判断力は、若年者よりむしろ勝っていると考えている。当社の業績の維持、向上を大きく左右する新製品の開発は、これら高齢者の長年に亘って培われた豊富な知識、経験に基づく勘やコツと路地裏ネットワークの存在なくしてはもはや成し得ないものとなっている。

3．研究の背景・課題

これまでに開発した製品の多くは、概ね図面は図 1 に示されるように保管、運用されているものの、その開発のプロセスについての記録が十分に行われていなかったため、後続の技術者が類似の製品を設計する場合でも構想段階から入らなければならない上、その際に必要な磁場の測定や着磁の作業において



図 1 図面および設計資料の保管

は、細かい目盛の読み取りが必要であるために特に高齢者の視力への負担が大きく、また手作業で行わなければならないなどことから、時間、労力を浪費しており、短期間での新製品の開発は困難になっている。当社では、コンピューターネットワークを活用して構想から生産までのすべてを効率化し、顧客の要求に機敏に対応するための生産システムを将来的には路地裏ネットワークに導入したいと考えている。したがって、その前段として、高齢者の永年に亘って培われた豊富な知識、経験に基づく勘やコツ、これらに基づく開発のプロセスを調査、分析、整理し、本システムに導入するとともに、開発、設計の際の作業負担を軽減することによって、より一層生産性を向上させるとともに、高齢者にもこのシステムについて必要な技能を習得させることによって、これまで専門的な業務にしか携わることのできなかった高齢者でも構想から生産までのすべての過程に一貫して携わることが可能にし、高齢者のモチベーションの維持、向上だけでなく、職域の拡大へとつなげることにより、路地裏ネットワークへの導入に備えることとしたい。これにより、高齢者がその能力を存分に発揮しながら生き活きと働き続けることができるようになるだけでなく、当社を中核とする路地裏ネットワークが存在する東大阪市一帯の地域はもとより、全国に散在する工業団地などに代表されるようなものづくり企業が集積する地域においても、高齢者の優れた能力を有効に活用するためのネットワークづくりが可能となるため、当該地域の活性化に貢献することが期待できる。

4．研究のテーマ・目的

(1) 高齢者の豊富な知識，経験と路地裏ネットワークを活用した生産システムの構築

に関する調査研究

新製品の開発に際し、これまで記録に至らなかった勘やコツ、開発のプロセスについて調査、分析、整理し、これらを生産システムへ導入することによって、路地裏ネットワークへの導入に向けたシステムとして構築するための研究を行う。

(2) 高齢者の豊富な知識，経験と路地裏ネットワークを活用した生産システムによる高齢者の職域の拡大に関する調査研究

加齢による身体能力の低下等により、一般に高齢者が不得手としているPCの操作を必要とする生産システムにおいても、必要な技能を習得してもらうことによって、これまでスポット的な業務にしか携わることのできなかった高齢者でも構想から生産までのすべての過程に一貫して携わることが可能にし、これにより職域の拡大を図るための研究を行う。

5．研究体制と活動

(1) 高齢者の豊富な知識，経験と路地裏ネットワークを活用した生産システムの構築に関する調査研究

イ 調査、分析

実際に市場に投入している製品である、「マグネポータ(磁石式コンベア)」を例に採り、この製品の開発に際し、記録に至らなかった勘やコツ、開発のプロセスについて調査、分析を行う。

ロ 改善案の検討、具体化イの調査、分析結果に基づき、勘やコツ、開発のプロセスについて整理し、生産システムへの導入を行うことにより、路地裏ネットワークへの導入に向けたシステムとして構築する。

(2) 高齢者の豊富な知識，経験と路地裏ネットワークを活用した生産システムによる高齢者の職域の拡大に関する調査研究

イ .高齡者向けの開発設計支援ソフトの開発

(1)で例として採り上げた「マグネボータ(磁石式コンベア)」の設計基礎データや導入された勘やコツ，開発のプロセス等を基に，高齡者向けの開発設計支援ソフトの開発，導入を行う。

ロ .開発，設計における作業負担軽減のための支援機器の開発

上記 に加え，開発，設計の際に必要な磁場の測定，着磁の作業における作業負担を軽減するための支援機器の開発，導入を行う。

磁場測定作業支援装置

着磁作業支援装置

ハ .高齡者の職域の拡大に向けた生産システムの改善

及び により開発，導入した支援ソフト，機器の操作を高齡者に習熟させるための講習を実施するとともに，改善前後のデータを比較，検証し，より一層高齡者が利用しやすい生産システムとして確立するために必要な改善を加えることによって，高齡者でも構想から生産まで一貫して円滑に取り組むことを可能にし，職域の拡大の確実な実現に資する。

はじめに

高齢者雇用についての現状・将来認識とそれらを踏まえた経営方針については、2006年度よりの定年退職者に対して最長 65 歳までの再雇用制度を導入している。また高齢者の培った知識や経験を生かし、後続の予備高齢者が抵抗なく、コンピュータ支援による測定やCAD等の技術を修得し、生きがいのある仕事に取り組めるシステムを構築している。高齢者の知識を活用して、路地裏ネットワークによる製品開発の中核企業となり、新製品を開発し、コンピュータ支援によって、図面を作成するシステムを構築すなわちアジャイル生産システムにおける高齢者の活用システムの構築とソフトウェア開発をする。

高齢雇用者について、現在抱えている具体的問題点やその対策

ソフト面（人事・賃金管理、能力開発・教育訓練、健康管理等）特に問題となるのは、再雇用高齢者の能力開発および教育訓練の場をいかにして設けるかにつきる。あわせて大企業退職高齢者を雇用し、活用する。コンピュータ支援によるアジャイル生産システムにおける高齢者の活用システムの構築とソフトウェア開発をする。

ハード面（機器・装置等の改善および導入、職場の作業環境等）当社にも3次元CADや磁場解析ソフトは設計部門で導入しているが、設計部門以外の従業員が測定技術および操作等に取り組む機会がなく、3次元CAD一式と解析ソフトおよびその測定装置（データ用）等を導入して再雇用高齢者の教育・訓練を考えている。

共同研究テーマや研究内容で、ソフト面（人事・賃金管理、能力開発・教育訓練、健康管理等）は高年齢者の識別能力や瞬時判断力の低下等の問題はあるが、勘やコツ、知識や経験による「ひらめき」や知識や経験に基

づいた総合判断力は勝っているといわれている。東大阪の路地裏ネットワークが存在し、このネットワークに高齢者を活用するシステムを構築する。コンピュータ支援による磁場解析（特に新事業である磁石式コンベヤの磁石の形状等の設計基礎データの確立。コンピュータ支援による高齢者の「ひらめき」の過程をSECIモデルと対応づける。コンピュータ支援による高齢者の「ひらめき」の過程をカスプ面解析する。コンピュータ支援によるアジャイル生産システムにおける高齢者の活用システムの構築とソフトウェア開発をする。ハード面（機器・装置等の改善および導入、職場の作業環境等）の現状は、磁石式搬送機（コンベヤ）の各種ワークに対して実装テストを行い、東大阪の路地裏ネットワークの中核企業として、新製品の設計を容易にするために、3次元CADやCADを使用し、シミュレーションが可能になる機器・装置等を導入し、また高齢者にも最新の情報機器の操作を修得してもらい後続高齢退職者の雇用につなげるためのコンピュータ支援による機器・装置の導入。したがって、つぎのような研究結果を得ている。

蓄積的疲労徴候調査、作業姿勢パターン評価、身体疲労部位調査、生活時間調査、作業環境の自動化に関する調査、作業改善アンケート、疲労度のチェックリストにより、調査し、集計分析を行った。マグネポータ（磁石式コンベヤ）の磁力の設計の現状の調査、磁場分布測定装置の操作及び測定の現状を調査した。主に写真撮影と分析を行った。着磁電源及び着磁ヨーク（コイル）使用の作業の現状およびマグネポータ（磁石式コンベヤ）の手計算による現状を調査分析した。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、カスプ面解析の高齢者がもつ「ひらめき」の機構への応用およびカ

スプ面解析の高齢者のひらめき過程への応用によって具体的生産システムの提案を行った。生産システムによる職域の拡大として

イ．支援ソフトの開発

汎用図面管理システム導入を出席者の了承を得、決定した。カプス面解析の高齢者の閃きをデータベース化し、応用するシステムの提案を行った。高齢者の開発のプロセスのヒアリング（ブレインストーミング形式で検討した。改善前後のフローチャート作成し、高齢者による作業、日数、時間等比較検討を行った。

ロ．支援機器開発

3次元磁場測定装置を設計した。高齢者でもPCのキーボード操作可能な図2のようにインターフェースとしてタブレットで入力可能としている。旧生産工程より文書管理システム（visual finder）導入後の工程では、製品のリードタイムが短縮され、高齢者でも簡単に操作が可能になった。熟練設計者の知識がデータ化され、蓄積される。蓄積されたデータはセキュリティが強化されたネットワークをツールとし、組織内の技能伝承となり、新製品開発や生産工程のため、必要な情報を必要な時間に獲得できる。情報伝達が迅速化され、生産性が向上される。



図2 3次元磁場測定装置

高年齢者の豊富な知識，経験と路地裏ネットワークを活用した生産システムの構築

1. 阻害要因の検証

マグネポータ製作中の作業現場と機械設備の現状をビデオおよび写真撮影して改善前の分析を行った。下西製作所の社員 53 名

について，蓄積的疲労徴候調査，作業姿勢パターン評価，身体疲労部位調査，生活時間調査，作業環境の自動化に関する調査，作業改善アンケート，疲労度のチェックリストの集計分析を行った。その結果を会社全体と 20 歳代，30，40，50，60 歳以上でまとめた。これら例が図 3 に示されている。

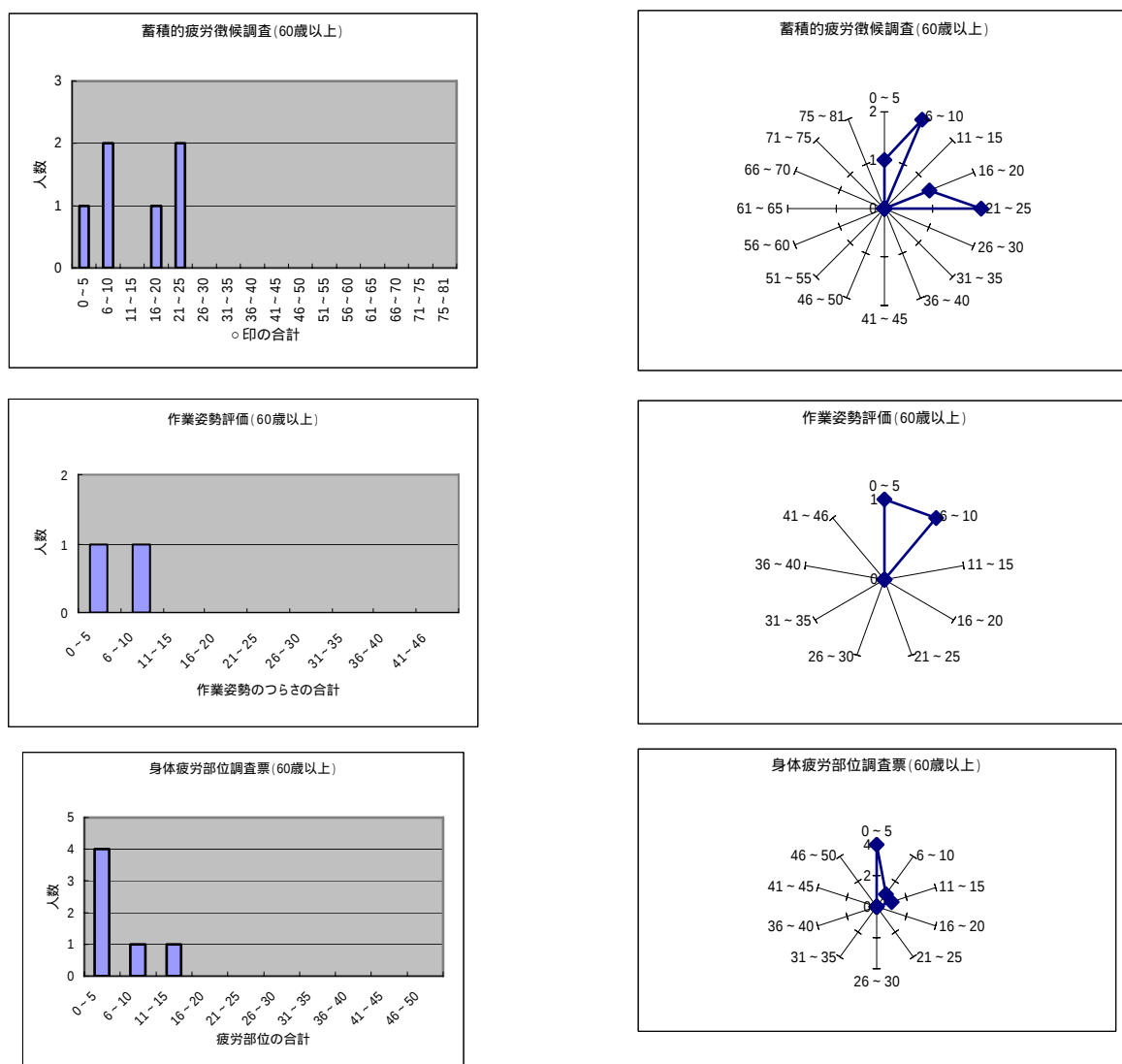


図 3 阻害要因の調査結果の例

2. 改善案の検討

(1) 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

イ. 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。知には形式知と暗黙知がある。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。

ロ．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。

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，遠くとも車で十数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，取りにいくことができる。

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。

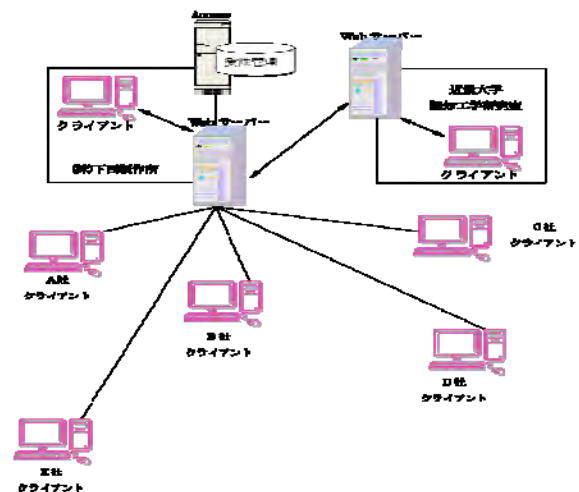


図 4 路地裏ネットワークを用いたアジャイル生産システム

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働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。

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。

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。その開発成果がある。

マグネポータ開発における路地裏ネットワークの特徴

a 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の作成、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。

b 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。

c 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。

ハ．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くる。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である。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5にそのモデルを示されている。

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と作業を行える。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。

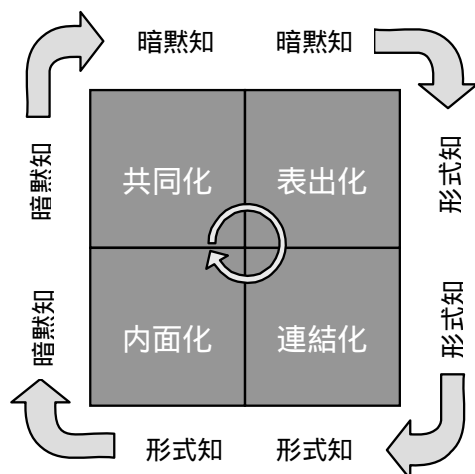


図5 野中による SECI モデル

二 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。

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S社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た。

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得ること

で確かなニーズを取得できた。

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、横幅などの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。

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。

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。

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 モデルの当てはめると図6のようになる。

暗黙知		形式知
暗黙知	共同化 路地裏ネットワークの構築 ネットワーク内の意見交換	
	表出化 意見を概念とする 「省スペースの搬送機」	
	内面化 ネジ工場に試作品の場を提供してもらう。 販売後のニーズ	連結化 概念を図面に描く。 加工品を他社に依頼する。
		形式知

図6 マグネポータ開発の SECI モデル

ホ．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のと、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。

ヘ．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。

(2) カスブ面解析の高齢者がもつ「ひらめき」の機構への応用

イ．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、改正高年齢者雇用安定法の導入によって企業に対して高年齢者雇用確保措置として、定年の引き上げ、継続雇用制度の導入、定年の定めの廃止においていずれかを義務付けた。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った。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無い。もし高齢者の働いている人数の増加が高年齢者雇用確保措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”の過程にカスプ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。

ロ．カスプ面解析におけるひらめき過程 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。

カスプ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スプ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、カスプ面解析にて判断す

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。

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っておく必要がある。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う。各項目の要因分析図の一例が図7に示されている。

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す。

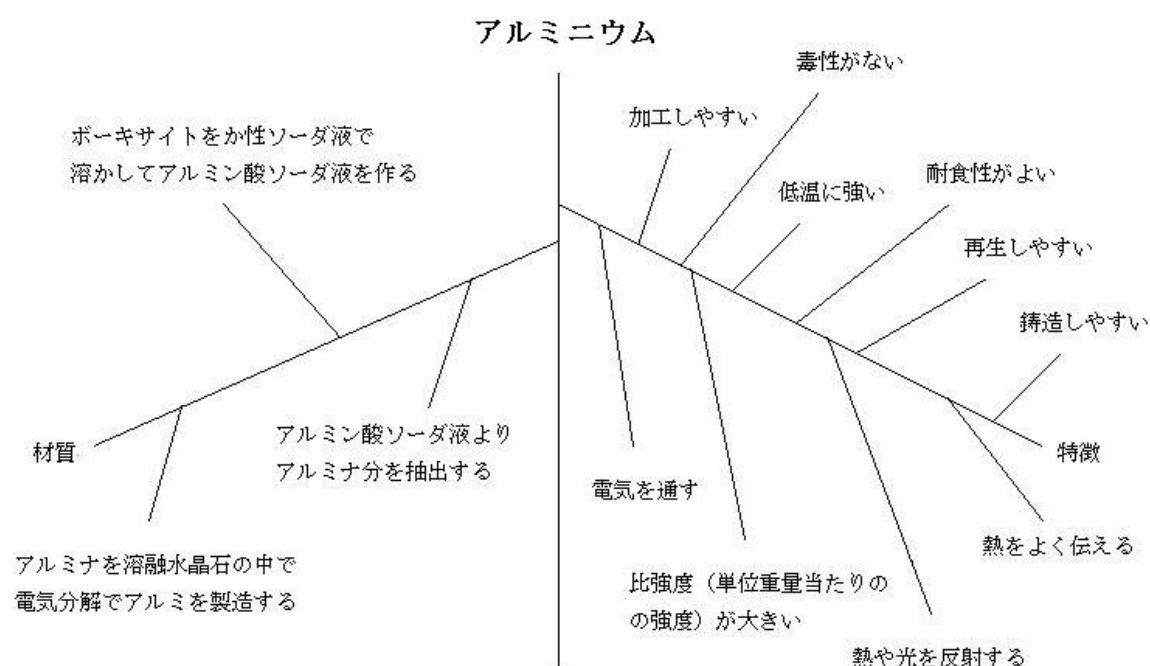


図7 アルミニウムの要因分析図

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) 鑄造しやすい
- 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) ボーキサイトを苛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分を抽出する
- 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

圧迫発想力を測定する方法

圧迫発想力は、“カスプ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8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。

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に解決方法を探す。
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8 圧迫発想力のアンケート項目

ハ．実験および解析（55～74 歳を調査）

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。実験データが表 1 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

このデータよりカスプ面解析を行う。結果を以下に示す。

モデル検定

今回のデータがカスプカタストロフィモデルと判断するために 3 つの検定を検証する必要がある。

（1）線形モデルの尤度とカスプ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 $v = 2$ より $2v + 2 = 2 \times 2 + 2 = 6$ より自由度は 6 と表される。

有意水準を 5% とする場合の χ^2 値は 12.59

である。これより尤度比統計量が χ^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 χ^2 値は 10.64 となるため尤度比統計量の値が χ^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 $N = 15$ ， $v = 2$ より $N - 3v - 3 = 15 - 3 \times 2 - 3 = 6$ 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% が双峰範囲に在る必要がある。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。

実験結果のパラメータ

検定条件を満たしているので、データはカスプカストロフィモデルを形成する。実験データをカスプ面解析し、そのパラメータが表 2 に示されている。

表 2 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 のカスプカ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 ($i = 1, 2, \dots, v$) 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。

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

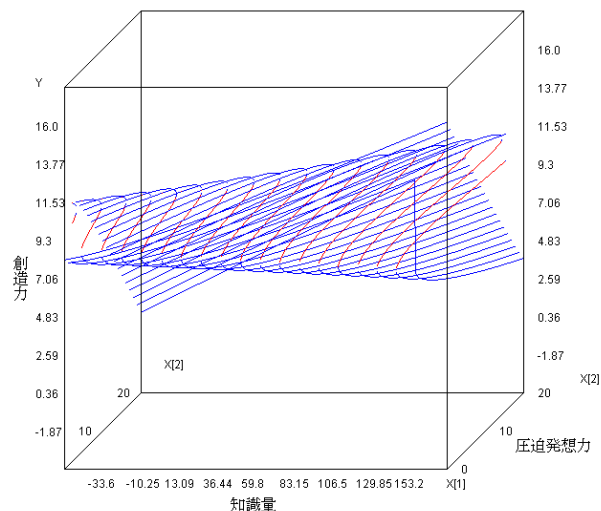


図 9 カスプカストロフィモデル

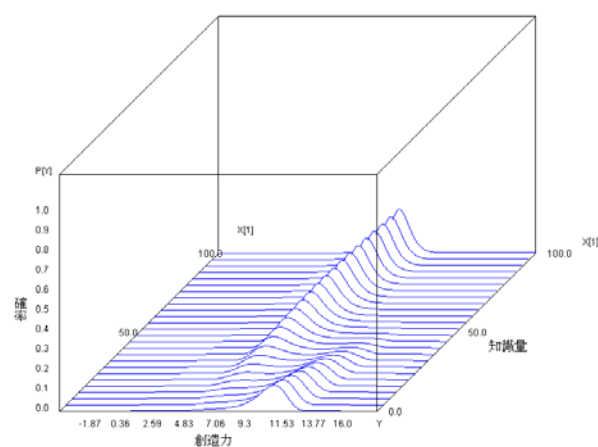


図 10 確率密度関数

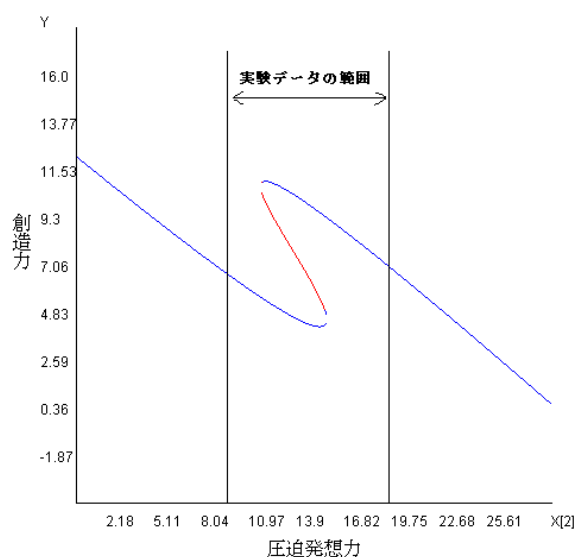


図 11 $X_1 = 60$ における Y と X_2 の関係

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。

二．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。

(4) 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う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。

3. 改善案の実施

(1) アジャイル生産システム

イ. 研究の目的

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。

ロ. 研究の方法

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ネットワークである。製品メーカーである(株)下西製作所では製品開発のため、路地裏ネットワークを組織している近隣の部品メーカーの技術によって作製された部品を

利用し、種々製品が開発されている。本研究の活動成果製品例として磁力式垂直搬送供給機をとりあげる。磁力式垂直搬送供給機が図12に示されている。磁力式垂直搬送供給機のため、部品数40点以上が必要となり、各部品メーカー9社以上に発注し、組立を行っている。本研究ではその内の5社との企業間取引を取り上げる。5社の企業内容としては、(1)ステンレス板のレーザー・曲げ・切断加工・アルミ板の切断・穴あけ加工する部品メーカー、(2)鉄板、ステンレス板切断・溶接・曲げ加工する部品メーカー、(3)スライドスペーサー・PETカバー・チエンレール製作する部品メーカー、(4)アルミ板の切断・穴あけ加工する部品メーカーと(5)伝導機器商社である。下西製作所の事業である製品情報を管理するため、Microsoft Accessによる受注管理データベースを作成した。

Microsoft Accessによる受注管理データベースの作成

図2に示されるようにMicrosoft Accessによる受注管理データベースは受注管理データベースソフトによってデータベースを構築する。受注管理システムのサブシステムは顧客管理、受注管理、生産管理、在庫管理および工程管理の5システムからなる。それらのサブシステムごとに、顧客別受注情報、見積書作成、部品リスト、製図、単価、外注品、市販品、内作品、加工、組立などが検索できる。

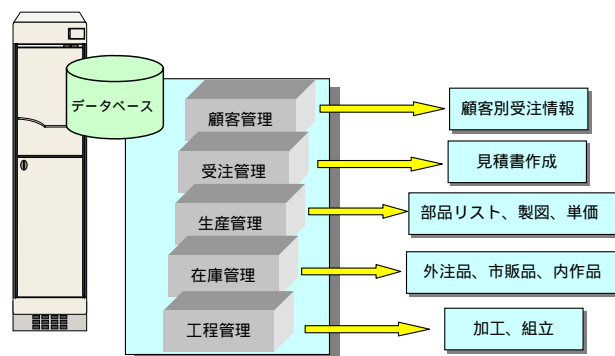


図13 Microsoft Accessによる受注管理データベース



図12 マグネポータ

Microsoft Access による受注管理データベースから検索された製品データから各部品メーカー別の発注データを取り出し、サーバー & クライアントシステムに対応するデータベースに入力するため、postgreSQL による各社（部品メーカー）のデータベースを作成する。

postgreSQL による各社のデータベースの作成

各社（部品メーカー）のクライアントから発注情報を閲覧するため、図 14 に示されるように製品データから各部品メーカー別の発注データを Web サーバー上にある postgreSQL による各社のデータベースに入力する。

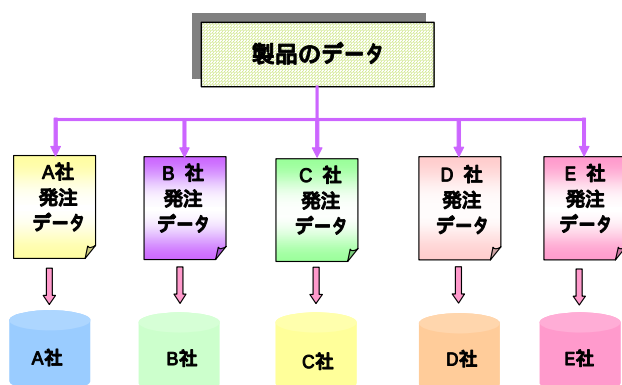


図 14 postgreSQL による各社のデータベースの入力

部品メーカーへの発注方法

各部品メーカーへの発注方法として ICT による発注とする。

八．研究の成果

東大阪に存在する企業の路地裏ネットワークという技術連携の特徴を生かして生産におけるアジリティ向上させる生産システムを構築する。東大阪に根付いている異業種交流はある企業の技術を他の企業の製品開発に利用するという発想と考えられる。各企業をすでに存在している路地裏ネットワークを IT 化して企業統合して各企業の技術に付加価値をつけ、アジャイル生産システムを構築する。IT のネットワークとしてはサーバー アンド

クライアントシステムを採用し、1つの企業として自律もできる企業とする。その組織はアジャイル生産システムの条件を満足させる。

1. アジャイル生産システムの構築
2. 情報のデータベース化とデータベースの構築
3. 路地裏ネットワークの情報の調査とデジタル化
4. 情報を処理するために、現在使用している手段の調査
5. サーバー アンド クライアントシステムに情報の搭載
6. システムの効果およびユーザビリティの調査
7. 構築した生産システムの製品生産における問題点

以上のことを解決して製品を磁気搬送装置とした場合のアジャイル生産システムを構築している。下西製作所にサーバーを他の5社をクライアント用のコンピュータを設置してアジャイルカンパニーを構成している。従来のシステムと提案システムを比較検討している。「東大阪における路地裏ネットワークによるアジャイル生産システムの構築」の研究結果を基礎として、以下の研究を行っている。

- (1) カスプ面解析
- (2) 証拠優位則によるデータ解析
- (3) アジャイル生産システム

カスプ面解析と証拠優位則によるデータ解析を一般公開し、研究結果から各研究テーマに対し、有効性を明らかにするため、Web アプリケーションを構築した。カスプ面解析と証拠優位則によるデータ解析をスタンドアロン(Stand alone)で行ったが、一般公開に向け、クライアントとサーバーシステムを導入し、Web アプリケーション構築の計画として、()Web サーバー環境の構築、()カスプ面解析と証拠優位則による解析ソフトを Web 版

解析ソフトへ改良した。Web サーバーが完成し、システムとしてイントラネットワーク上で各クライアントから Web サーバーにある解析ソフト(e.g. カスプ面解析)をアクセスし、データ入力後実行し、サーバーにあるデータ解析ソフトが解析を行い、結果データや 3 次元グラフなどをクライアント側に提供が可能となった。Web アプリケーション構築の計画として、解析したデータや結果などを保存するために() PostgreSQL サーバーの構築、() 開発環境 (Eclipse) 整備などを行った。各クライアントの Eclipse 開発環境を用いた Web アプリケーションから PostgreSQL サーバーにあるデータベースに保存されたデータを閲覧できるようになった。Web アプリケーション構築の計画として、クライアント側から入力したデータや Web サーバーの解析ソフトが解析した結果を PostgreSQL にあるデータベースに手動で入力したが、一般公開に向け、解析したデータや情報などの履歴を残すため、完成したシステムを統合し、各クライアント、Web サーバーと PostgreSQL にあるデータベースを連携させるシステムの構築し、下記の課題を解決した。

研究課題

- (1) Browser を経由した PostgreSQL データベースにあるテーブルに書き込み機能
- (2) PostgreSQL サーバーとバックアップ用サーバーのリレーションシップに関する機能
- (3) カスプ面解析と証拠優位則による解析システムの改良

以上の課題を解決した後、連携企業である下西製作所のクリエイションコア - にあるイキュベーションルームを利用して図 15 のように、本システムを展示して有効性を評価するためのネットワーク設備機器と展示のため

の備品を購入して展示中である。



図 15 マグネポータとネットワーク設備機器

4．効果測定

5．高齢者の配置の検討

6．標準作業マニュアルの作成

・高齢者の豊富な知識，経験と路地裏ネットワークを活用した生産システムによる高齢者の職域拡大

- 1 . 高齢者向けの開発設計支援ソフトの開発

1 . 阻害要因の検証

高齢者によるマグネポータ（磁石コンベア）の開発のプロセスのヒアリング（ブレンストレーミング形式）の音声データの文書化

2 . 改善案の検討

(1) 高齢者用知識共有データベースの構築 イ．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ツ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。

ロ．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。

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。野中は知識を形式知と暗黙知という二つの側面から見ることで組織内部における個人と個人、個人と組織との相互作用によるダイナミックな知識創造のプロセスを明らかにした。野中による知識の定義と、個人と組織との知識の相互作用のプロセスは以下のようなものである。形式知は言葉や数字で表すことができ、厳密なデータ、化学方程式、明示化された手続き、普遍的原則などの形で容易く伝達・共有できる知識。一般的に「知識」という場合、ほとんどがこれを指しているといえる。暗黙知は非常に個人的で表現しにくく、他人に伝達して共有することが難しい知識。主観に基づく洞察、直感、勘等がこれに含まれる。暗黙知を持っている本人が自覚していないことも多いために、形式化することが難しい。

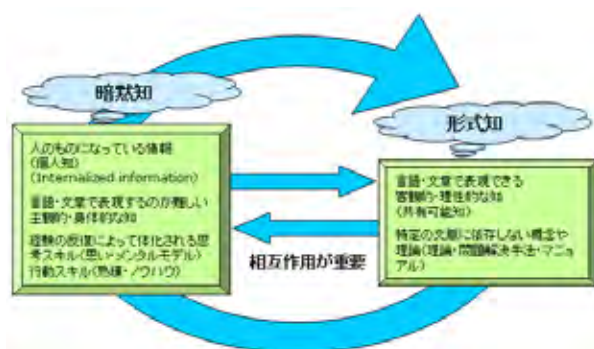


図 16 暗黙知と形式知

知識の共同化は組織内の各メンバーの人柄や経験（暗黙知）を共有するために行われるさまざまな活動を指す。具体的には、インフォーマルなブレインストーミングや休憩時間の雑談によるコミュニケーションなど。日本企業では以前から多く行われてきたと云われている。知識の表出化は個人が持っている暗黙知を他人に伝えられるように、マニュアル的な形式知に変換するプロセスであり個人の極めて主観的な洞察や勘というものは形式知に転換してメンバー間で共有しない限り、組織にとっては価値がないに等しい。メタファー（比喩）やアナロジー（象徴）を用いて表現することも多い。知識の連結化は表出化された形式知を、組織内の一人一人が自分の形式知として取り込むプロセスである。一般的に云われる学習がこれにあたる。知識の内面化はマニュアルによる教育等の座学で得た形式知を、自ら体験することによって個人の中の暗黙知に変換するプロセスである。知識創造スパイラルは組織内の知識は共同化、表出化、連結化、内面化のプロセスを繰り返すことによって増幅され、個人の知識から組織の知識へと昇華されてゆく。野中はこのプロセスを知識創造スパイラルと呼んでいる。

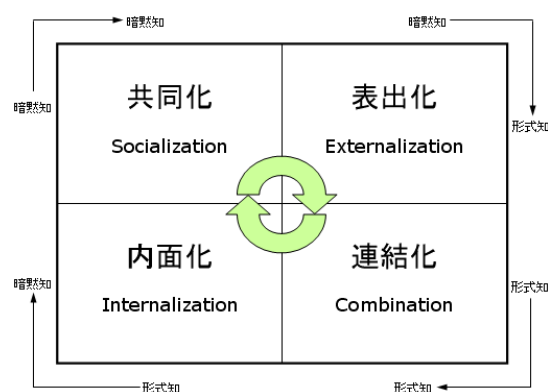


図 17 知識創造スパイラルモデル

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。

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。

a 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。

b 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シヨナルデータベースなどがある。

c 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ツがある。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。

Web 上での効果的な知識操作

暗黙知、形式知は個人にまつ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 18 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

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。

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。こうする事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、タイトル、概要がキーワード検索の対象範囲とする。

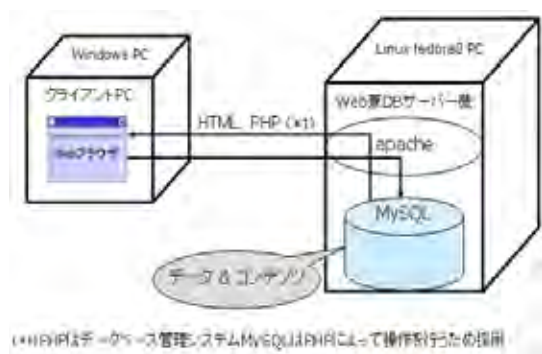


図 19 データベースシステムの構造

データ構造

データベース上で取り扱うデータは知識情報のカテゴリや種類により表示を行う。そこで知識情報のデータ構造を以下のように定める。各項目については以下に示す。括弧内はデータベース上での取り扱い値である。

作成者 (Name) は知識情報を誰が入力したかを参照できるようにするために作成者の氏名を格納する。必須入力とする。日付 (Date) はナレッジマネジメントで知識情報の新しさが非常に重要となるため、登録された日付を格納する。プログラム上で自動的に入力されるようにしている。タイトル (Title) は知識情報のタイトルを格納する。必須入力とする。概要 (Sum) は検索に活用するために、知識情報の概要を格納する。必須入力とする。

データ形式 (Type) は知識情報は文章だけで示すのは困難なものであり、動画ファイルやエクセルファイルなどの添付することでさらに暗黙知を深く理解しやすくなることもある。ここのタグにはそのデータの形式を格納する。複数の格納も可能とする。必須選択とする。アドレス (Address) は知識データを参照するためにシステム上のファイル名を格納する。入力する際には希望するファイル名を入力する。ただし、ファイル名の重複による更新上書きを避けるためにサーバ機の実際のディレクトリに格納される際はアドレスに日付を加えたものをファイル名とする。関連知識情報 (Relation) は知識情報作成者が明示的に関連する関連知識情報を格納する。必要な場合は入力。リンク元 (Link) はリンケージ元の知識情報のアドレスを格納する。必要な場合は入力。内容はテキストデータの場合は知識情報の本文を格納する。必須入力とする。

知識創造理論と集合知収集への適合

あるシステムを活用して知識情報を取り扱うには知識を蓄積していくだけでは知識情報を有効に活用するまでには至らない。野中の発案した SECI モデル、集合知収集の手順を満たして始めて知識情報を効率することが可能な最低限のシステムを構築することが可能となっている。構築したデータベースシステムは知識情報の整理、活用を主な機能としており、知識創造理論では暗黙知から形式知への変換を行う「知識の表出化」から「知識の連結化」そして、「知識の内面化」のアプローチまでのプロセスを支援することが可能であり、集合知の構築プロセスでは「選別」と「評価」へのアプローチまでのプロセスを支援することが可能である。効率よくナレッジマネジメントシステムとして運営するためには他のプロセスを別のコンテンツにより補うことが必要である。

データベースシステムの導入

OS はLinux Fedora8 を利用しデータベースシステムの活用は Windows を搭載している端末からのアクセスを想定して、後々の文字化けなどのトラブルを避けるために Windows を搭載したクライアント機からコマンドによる遠隔操作によりシステムの構築を行う。また、PHP プログラム作成についてはクライアント機で作成したものをサーバ機へアップロードする。

八．データベースシステムの検証

サンプルの技術者知識データ

システムの評価を行うにあたって実際の製品開発での問題点、進行具合などを入力するデモンストレーションを行い前章で提案した2つのシステムについての検証を行った。利用した知識データは下西製作所の磁気搬送装置の開発者とのブレインストーミングを行い収集したものである。磁気搬送装置の概要とデモンストレーションに利用した開発のシチュエーションを以下に記す。

a 磁気搬送装置

ねじや鉄粉などの搬送対象物を磁気による図のようなコンベアーにより下から上へと移動させる装置である。



図 20 磁気搬送装置

b 開発段階での問題点と解決方法 ,キーワード

問題点（1）

搬送対象物が途中で落ちてしまいうまく搬送先まで上がってこない。

原因

- (1)水の中から上げる場合、表面張力によって小さな対象物は上がらなくなっている。
- (2)対象物が丸いものだとコンベアーとの接触面積が小さく磁力が弱く対象物が上がってこない。

対応方法

ステンレス製の螺旋状の段差をコンベアーに付ければ上がってくる。

キーワード

昔の経験、螺旋階段の溶接、ゴムひもをスパイラル状に巻いた試作機

問題点（2）

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
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 21 一覧表示画面



図 23 知識情報登録画面



図 22 クライアントから読み込んだテキストファイル

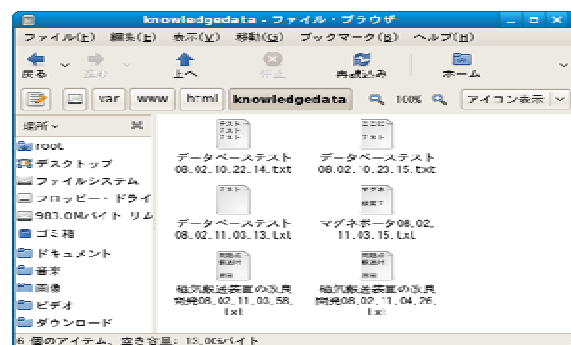


図 24 サーバに格納されたテキストファイル

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とで、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。

二．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 X00PS 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。X00PS 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する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。

3. 改善案の実施

(1) 文書管理システムの導入

イ. ソフトウェア面からの取り組み

研究の目的に掲げた下記の課題に対して「高齢者の作業負担軽減」, 「職域の拡大」の仕組みを提供するソフトウェアのあるべき姿を, ソフトウェア利用者の視点で考察し, 主な機能を構築した。

- コンピューターネットワークを活用した, 製品開発構想から生産までの開発プロセス効率化
- 顧客の要望に機敏に対応する生産システムの, 路地裏ネットワークへの導入

製品開発プロセスの効率化

製品開発プロセスの効率化には, コンピュータ資源の活用が不可欠である。コンピュータ資源はメモリー(内部記憶装置)及びディスク(外部記憶装置)の大容量化・低価格化によって, コンピュータシステムへの活用が容易になり, 利用の裾野が飛躍的に拡大している。システムの稼働基盤であるシステム基本ソフト(オペレーティングシステム, 以下 OS)や通信環境(インターネット, ローカルエリアネットワーク等)の操作性・可用性が向上してきたことも周知の事実である。製品開発プロセスの効率化を図るために活用する業務アプリケーションは, これらのコンピュータ資源を利用して構築する。特に, パーソナルコンピュータ(以下 PC)とインターネット・LAN 技術の活用は, 大規模なコンピュータ資源への投資が難しい, 比較的ビジネス規模が小さな企業にとっては, 小さな投資で大きな効果を引き出すための重要な選択である。当研究に於いても, PC とローカルエリアネットワーク(以

下 LAN)・インターネット技術の利用を前提に, 下記の観点で, 製品開発プロセスの効率化を支援する業務アプリケーションを構築した。

- 熟練設計者知識のデータ化による蓄積
- 高齢者でも操作可能な文書管理システム導入後の製造リードタイム短縮
- セキュリティ対応ネットワークによる組織内の技能伝承
- 情報伝達の迅速化がもたらす生産性向上

文書管理システム概要

インターネット技術の普及には目を見張るものがある。

インターネットアクセスが増加しはじめた 1990 年代後半から 2000 年初頭には, Web ブラウザはインターネット上の Web ページにアクセスするためのみに用いられることが殆どであった。しかし, 現在ではインターネット技術がビジネスアプリケーションの要素技術として取り入れられ, LAN 上に構築されたビジネスアプリケーションの操作がブラウザを通して行われるようになった。

ブラウザの基本操作を習得することで, 多くのビジネスアプリケーションに共通する操作が身につけられる。このことは, 従来のコンピュータ業務ソフトでは当たり前となっていた, 業務ソフトの種類や開発言語, 稼働基盤である OS の違いによる操作性の相違についての, 理解と習熟に必要な, 時間とコストを圧縮できることに繋がる。特に, コンピュータの操作に不慣れな高齢者にとっては, 操作性の統一は作業効率の向上に大きく寄与すると考えられる。これらの理由から, 研究の中で採用する業務アプリケーションは可能な限りインターネット技術を利用した Web アプリケーションを採用することを基本方針とした。

製品開発プロセスの効率化

研究の対象とする製品開発プロセスは, 製品構想から生産までとした。(図 1 参照)

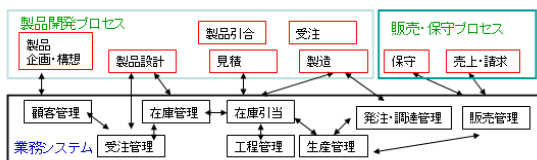


図 25 製品開発プロセスと他のプロセスの関係

製品開発プロセスへの高齢者の参画により、その豊富な経験に基づく知識や、長年の就労によって培われた勘やコツを蓄積し、活用する機会が増加する。研究の中では、高齢者の勘やコツを含めた知識を文書データとして保存し、そのデータを様々な索引によって迅速に取り出すことができる文書管理システムにより、知的財産を蓄積・活用することを検討した。また、上記の文書管理システムをセキュリティに配慮した社内 LAN 上に展開し、地理的に離れた事業所に在籍する社員からも、高齢者がもたらした知的財産である文書データを、安全に(不正アクセスの排除)アクセス可能とし、顧客からの製品引合に対してタイムリーに対応できるシステムを構築した。蓄積されたデータ(設計データ、実験・計測データ、製品仕様データ etc.)への素早いアクセスにより、製造リードタイムを短縮することができる。

文書管理システム概要

文書管理システム(Visual Finder)は、Web ブラウザによって操作する Web アプリケーションで、下記の様な機能を備えた Web 版・文書管理システムである。

- 分かりやすいフォルダ管理
- 強力な検索
- 簡単な文書登録
- 高度な版管理

以下に、文書管理システムの主な機能の中で、利用者にとって有益な機能を紹介する。図 26

は、文書管理システムの起動時のイメージである。



図 26

○フォルダ管理機能

文書管理システムは、適正な利用者が認証プロセス(利用者名とパスワードによる利用権限の確認)を通過すると、文書管理システムに保存された文書が、カテゴリ別に整理された一覧表示となり、利用者による文書へのアクセスに備える。

○検索機能

文書管理システムに登録された文書は、フォルダ管理された文書カテゴリごとの検索に加えて、文書管理システム全体の検索も指定可能である。システムに不慣れな高齢の利用者でも検索キーワードの指定で、膨大な収録データの中から、必要なデータを迅速に見つけ出す事を可能とする。キーワードの指定に習熟すると、より効率のよい検索も可能である。図 3 は「モーター」をキーワードに文書管理システム全体を検索して得られた検索結果の例である。

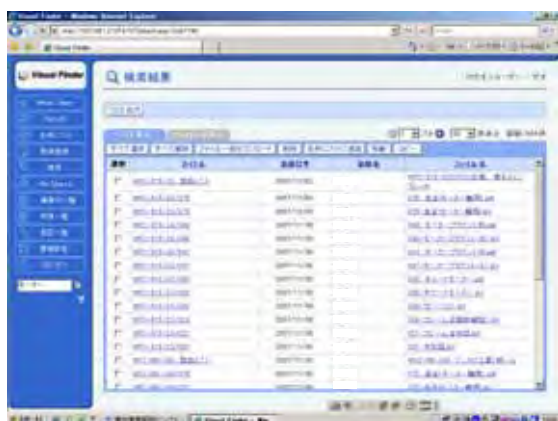


図 27

検索結果に埋め込まれたリンク(インターネット技術用語, 目的のページを呼び出すための連携指示)を辿ると, 検索された文書が表示される。

○文書登録機能

文書管理システムに文書を登録する際には, 利用者の権限を指定した登録を行うことが可能である。検索された文書に対して参照権限を持たない利用者には, 検索結果に該当文書は表示されない。権限の設定は重要な設計情報が不用意に外部に持ち出される危険を排除するために有効である。図 4 は, 参照権限を持つ利用者が検索結果の一覧から目的の文書を選択して表示した結果である。

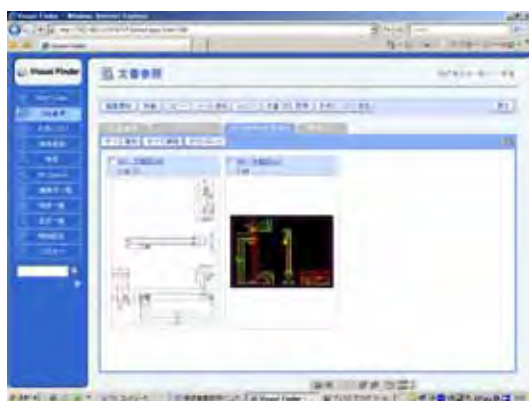


図 28

上記の表示から確認できる通り, 導入された文書管理システムはワードプロセッサによ

って作成された文書データのみならず, CAD システムで作成された図面データでさえも登録・表示が可能である。これらのほかに下記のデータも文書データとして取り扱うことが可能である。

- 表計算ソフトによって作成された見積書
- 同上 製品仕様書
- 同上 実験結果計測表
- デジカメで作成されたデジタルイメージデータ
- プレゼンテーションソフトで作成された提案書

● Adobe acrobat で作成された製品カタログ
高年齢者の知識を, これらの様々な形態のデータとして文書管理システムに保存することで, 組織内の技能伝承を図ることが可能になる。また, 専門的な業務にしか携わることができなかった高年齢者を, 構想から生産までの全てのプロセスに一貫して携わることが可能にし, 高年齢者のモチベーションの維持・向上だけでなく, 職域の拡大へもつなぐことができると確信する。

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。

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。

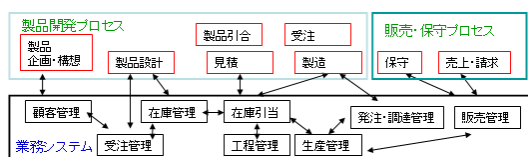


図 29

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 6 の通りである。

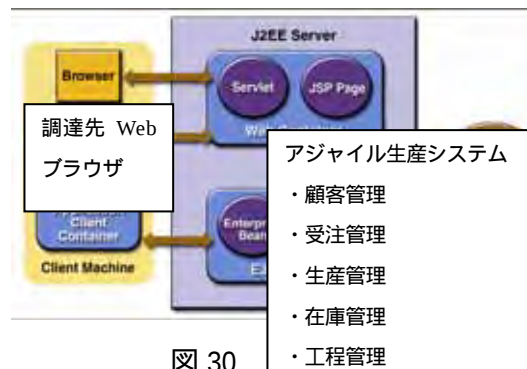


図 30

現行のアジャイル生産システムはクリエーションコア・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ことができると思う。

システム構築上の今後の課題

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

4．効果測定

高齢者がその能力を存分に発揮しながら、活き活きと働き続けることができる環境ができ、東大阪の活性化に貢献することが期待できる。

Ⅰ．旧生産工程と文章管理システム(V.F)導入後の生産工程

マグネポーターの旧生産工程は図 32 に、文章管理システム(V.F)導入後の生産工程は図 2 に示されている。

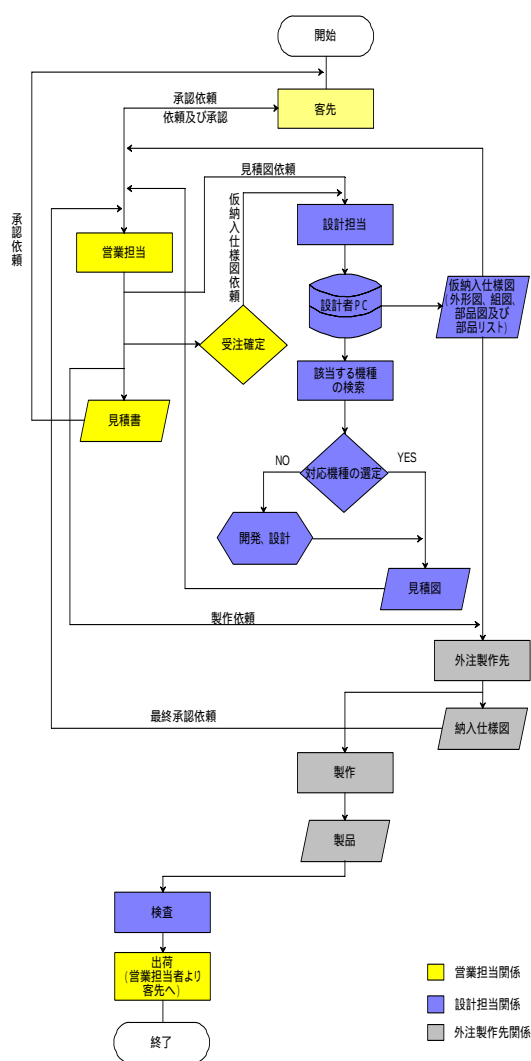


図 31 旧生産工程

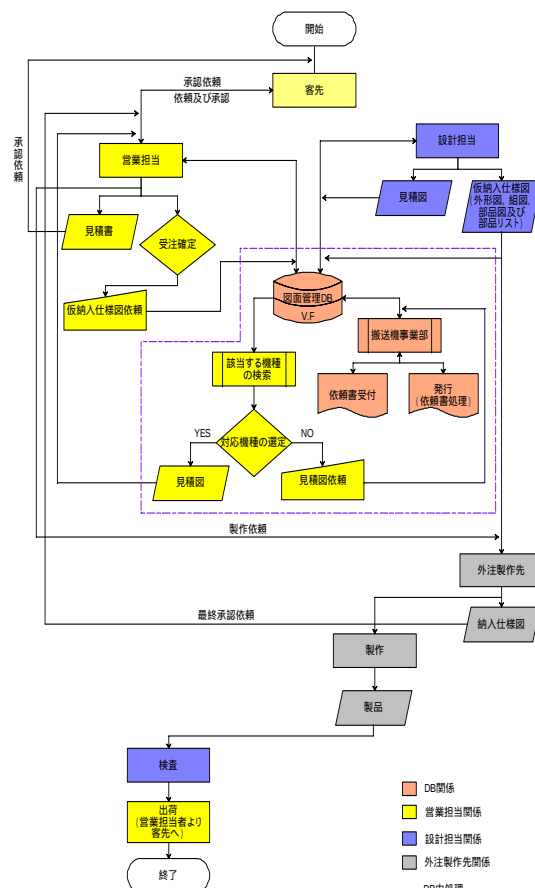


図 32 文書管理システム (V.F) 導入後の生産工程

ロ. 旧生産工程と文章管理システム (V.F) 導入後の生産工程の比較

マグネポーターの旧生産工程と文章管理システム (V.F) 導入後の生産工程の比較は表 3 に示されている。

表3 旧生産工程と文章管理システム（V.F）導入後の生産工程の比較

旧生産工程	文書管理システム（V.F）導入後の生産工程
・客先とマグネポーター営業担当間のコミュニケーション 電話、ファクス、メールなどをツールとし、受注、承認依頼や他の問い合わせなどの業務を行う。 ・マグネポーター営業担当と設計担当間のコミュニケーション 手渡し、電話、ファクス、メールなどをツールとし、技術依頼、見積図、仮納入仕様図や他の問い合わせなどの業務を行う。 ・マグネポーター営業担当と外注製作先間のコミュニケーション 電話、ファクス、メールなどをツールとし、納入仕様図、最終承認依頼、製作依頼や他の問い合わせなどの業務を行う。 ・設計担当と外注製作先間のコミュニケーション 電話、ファクス、メールなどをツールとし、仮納入仕様図（外形図、組図、部品図及び部品リスト）や製作などの業務を行う。 ・見積図発行の流れと所要時間 納入実績の機種の場合 設計担当は営業担当から技術依頼を電話や FAX など受け取り、設計担当のスタンドアローン PC にて、該当する機種を検索する。対応機種を選定後、見積図を発行し、営業担当に手渡し又はファクスで提出する。	・客先とマグネポーター営業担当間のコミュニケーション 旧生産工程と同様に行う。 ・マグネポーター営業担当と設計担当間のコミュニケーション 文書管理システム DB、電話などを主なツールとし、技術依頼、見積図、仮納入仕様図や他の問い合わせなどの業務を行う。 ・マグネポーター営業担当と外注製作先間のコミュニケーション 旧生産工程と同様に行う。 ・設計担当と外注製作先間のコミュニケーション 旧生産工程と同様に行う。 ・見積図発行の流れと所要時間 納入実績の機種の場合 営業担当は文書管理システム DB にアクセスし、該当する機種を検索する。対応機種を選定後、見積図を出図する。
納入実績の機種がない場合 設計担当は営業担当から技術依頼を受理し、標準機の図面を基に仕様、寸法の変更やオプションの追加などを行い、見積図を製図する。新たな見積図を発行し、営業担当に手渡し又はファクスで提出する。 ・仮納入仕様図の発行 受注確定後、営業担当はファクスをツールとし、仮納入仕様図依頼を行う。設計担当は仮納入仕様図（外形図、組図、部品図及び部品リスト）を製図し、営業担当に手渡し又はファクスで提出する。 ・納入仕様図の発行 外注製作先は設計担当からの仮納入仕様図を参考に納入仕様図を発行し、営業担当に提出する。 ・製作依頼 営業担当は客先に納入仕様図を提出し、最終承認を行う。最終確認後、外注製作先に製作依頼を行う。 ・製作 外注製作先にて製品を製作する。 ・検査及び出荷 製品製作後、検査を行い、営業担当より客先に納入する。	納入実績の機種がない場合 営業担当は文書管理システム DB をツールとし、搬送機事業部技術依頼の依頼書受付フォルダにて見積図依頼を行う。同様に、設計担当は依頼書受付フォルダから技術依頼を受理し、標準機の図面を基に仕様、寸法の変更やオプションの追加などを行い、見積図を製図する。新たな見積図を発行し、技術依頼の発行（依頼書処理）フォルダにて提出する。 ・仮納入仕様図の発行 受注確定後、営業担当は文書管理システム DB をツールとし、搬送機事業部技術依頼の依頼書受付フォルダにて仮納入仕様図依頼を行う。同様に、設計担当は仮納入仕様図（外形図、組図、部品図及び部品リスト）を製図し、技術依頼の発行（依頼書処理）フォルダにて提出する。 ・納入仕様図の発行 旧生産工程と同様に行う。 ・製作依頼 旧生産工程と同様に行う。 ・製作 旧生産工程と同様に行う。 ・検査及び出荷 旧生産工程と同様に行う。

八．旧生産工程の問題点と文書管理システム

(V.F) 導入後の改善は表 4 に示されている。

(V.F) 導入後の改善

旧生産工程の問題点と文書管理システム

表 4 旧生産工程の問題点と文書管理システム (V.F) 導入後の改善

旧生産工程の問題点	文書管理システム (V.F) 導入後の改善
マグネポーター製造では設計担当一人に対応している為、設計担当が不在の場合、実績製品の見積図を発行するため、不便である。 各営業担当は設計担当にて見積図依頼を行う為、高齢者である設計担当の作業負担がかかる。 実績製品の場合、見積図発行するまでの時間がかかる。 営業担当はデータ化された見積図を閲覧する為、特定の図面ソフトが必要である。 高齢作業者は特定図面ソフトの機能の使い方などに戸惑う。 営業担当と設計担当間データ送受信は FAX を主なツールとし、使用の為、資料作成含む送受信コストがかかる。 生産指示情報の滞留時間が長く、リードタイムが伸び悩む傾向である。 動作のムダが発生する。	設計担当が不在でも文書管理システム DB にて実績製品の見積図の発行は可能である。 各営業担当は、実績製品の見積図であれば、自ら文書管理システム DB にて、同時に発行可能によって、高齢者である設計担当の作業負担が軽減される。 実績製品の場合、見積図発行するまでの時間が短縮される。 各営業担当は特定ソフトを所有しなくても、文書管理システム DB の閲覧機能によって閲覧できる。 高齢作業者でも簡単に操作できる。 営業担当と設計担当間データ送受信は文書管理システム DB を主なツールとし、使用の為、コストが削減できる。 生産指示情報の滞留時間が短縮し、リードタイムが短縮される。 動作のムダの発生が改善される。

二．文書管理システム（V.F）導入後の効果事例による検討

マグネポーター実績製品（機種名：MPL-519）を客先から注文を引き受けることを想定し、ケース 受注から見積図を発行するまでの時間（営業担当者に提出準備時間含まない）、とケース 受注確定後から仮納入仕様図（外形図，組図，部品図及び部品リスト）を発行するまでの時間（外注製作先に提出準備時間含まない）を検討した。ケース とケース をそれぞれ図 31 に示した旧生産工程と図 32 に示した文書管理システム（V.F）導入後の工程で実施した。



図 33 マグネポーター（機種名：MPL-519）

ケース 受注から見積図を発行するまでの時間

ケース の実地工程を下記の通り行う。

- 1．被験者はマグネポーター生産に関わる高齢作業員 3 人を対象とする。
- 2．作業内容と操作方法を説明する。
- 3．営業担当から見積図作成依頼後，実績データから検索する。
- 4．図面をプリントアウトし，発行する。

5．見積図は一部とする。

6．各被験者の作業時間を測定する。

旧生産工程と文書管理システム（V.F）導入後の工程で実地した作業時間が表 4 に，作業時間比較グラフが図 35 に示されている。

表 4 ケース の作業時間

被験者	年齢（才）	IT 知識	旧生産工程（分）	文書管理システム導入後の工程（分）
被験者 A	74	熟練設計者	1.5	1.0
被験者 B	61	文章作成，インターネット閲覧の経験あり。	2.5	1.5
被験者 C	66	ノービス（初心者）	5.0	3.0

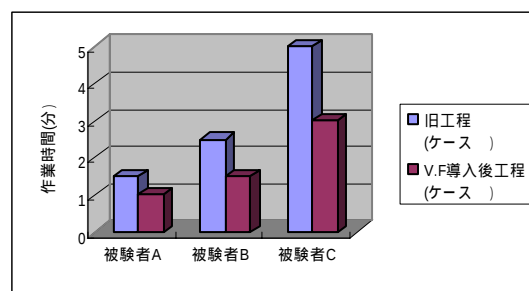


図 34 受注から見積図を発行するまでの作業時間

ケース 受注確定後から仮納入仕様図を発行するまでの時間

仮納入仕様図には外形図，組図，部品図及び部品リストが含まれる。マグネポーター（機種名：MPL-519）は部品約 80 個を組立した機種であり，各部品図含む図面数は 96 部が存在する。ケース の実地工程を下記の通り行う。

- 1．被験者はマグネポーター生産に関わる高齢作業員 3 人を対象とする。
- 2．作業内容と操作方法を説明する。
- 3．営業担当から見積図作成依頼後，実績データから検索する。

4．図面をプリントアウトし，発行する。

5．図面毎に一部ずつ発行する。

6．各被験者の作業時間を測定する。

旧生産工程と文書管理システム（V.F）導入後の工程で実地した作業時間が表 5 に，作業時間比較グラフが図 35 に示されている。

表 5 ケース 1 の作業時間

被験者	年齢（才）	IT 知識	旧生産工程（分）	文書管理システム導入後の工程（分）
被験者 A	74	熟練設計者	144.0	96.0
被験者 B	61	文章作成，インターネット閲覧の経験あり．	240.0	144.0
被験者 C	66	ノービス（初心者）	480.0	288.0

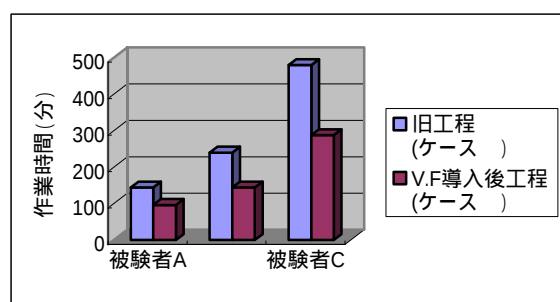


図 35 受注確定後から仮納入仕様図を発行するまでの作業時間

ケース 1 とケース 2 を実地した結果，社内工程では，製品一種辺りの生産指示情報の滞留時間は旧生産工程より文書管理システム（V.F）導入後の工程の方が短縮される。高齢作業中でも簡単に操作し，情報が得られる。そして熟練設計者の知識がデータ化され，蓄積される。蓄積されたデータはセキュリティー強化されたネットワークをツールとし，組織内の技能伝承となり，新製品開発や生産工程の為，必要な情報を必要な時間に獲得できる。情報伝達が迅速化され，生産性の向上が

見込まれる。

- 2 . 高齢者の職域の拡大に向けた生産システムの改善

1 . 阻害要因の検証

(1) 改善案の検討

過去に開発設計したデータを図面管理システム格納し，このデータをカスタマイズして注文の製品を開発する。

- 3 . 開発 , 設計における作業負担軽減のための支援機器の開発

1 . 阻害要因の検証

(1) マグネポータ(磁石コンベア)の磁力設計の現状

開発のプロセスについての記録が十分に行われていなかったため、後続の技術者が類似の製品を設計する場合でも構想段階から入らなければならない上、その際に必要な磁場の測定や着磁の作業においては、細かい目盛の読み取りが必要であるために特に高齢者の視力への負担が大きく、また手作業で行わなければならないなどことから、時間、労力を浪費しており、短期間での新製品の開発は困難になっている。高齢者を十分に活用できていない。

(2) 磁場分布測定装置の操作および測定の現状

磁場分布測定は従来の測定装置の仕様と図が以下に示されている。

旧 3 次元磁場測定機仕様

測定範囲：190mm (X方向) × 180mm (Y方向)
× 250mm (Z方向)

XYZ方向単独測定のみ

測定精度：最小測定ピッチ 0.01繰り返し
精度 (手動の為不明)



図36 従来の磁場測定装置





図 37 従来の測定装置による磁場測定
従来の装置で測定された一例が表 5 に示されている。



マグネポータ用ネオジウム磁石実測値

共19-6資料1

19・12・27

面磁束密度(max値)

測定器 = カネテックTM-601 単位 Gauss 測定: 佐竹

項目 \ 寸法	L10 × W15 × t 6mm BHMAX-40相当		L21 × W15 × t 6mm BHMAX-40相当		L26 × W15 × t 6mm BHMAX-40相当	
極性	N極	S極	N極	S極	N極	S極
資料1	3760	3840	3920	3820	3980	3940
資料2	3880	3840	3840	3850	3910	3960
資料3	3870	3910	3910	3900	4060	4010
資料4	3840	3890	3930	3870	4050	4070
資料個数	4	4	4	4	4	4
最小値	3760	3840	3840	3820	3910	3940
最大値	3880	3910	3930	3900	4060	4070
平均値	3837.5	3870	3900	3860	4000	3995
$\sigma n-1$	54.39056	35.59026	40.82483	33.66502	69.7615	58.02298

表 5 磁場測定例

以下にマグネポータの設計図と組立図が以下に示されている。

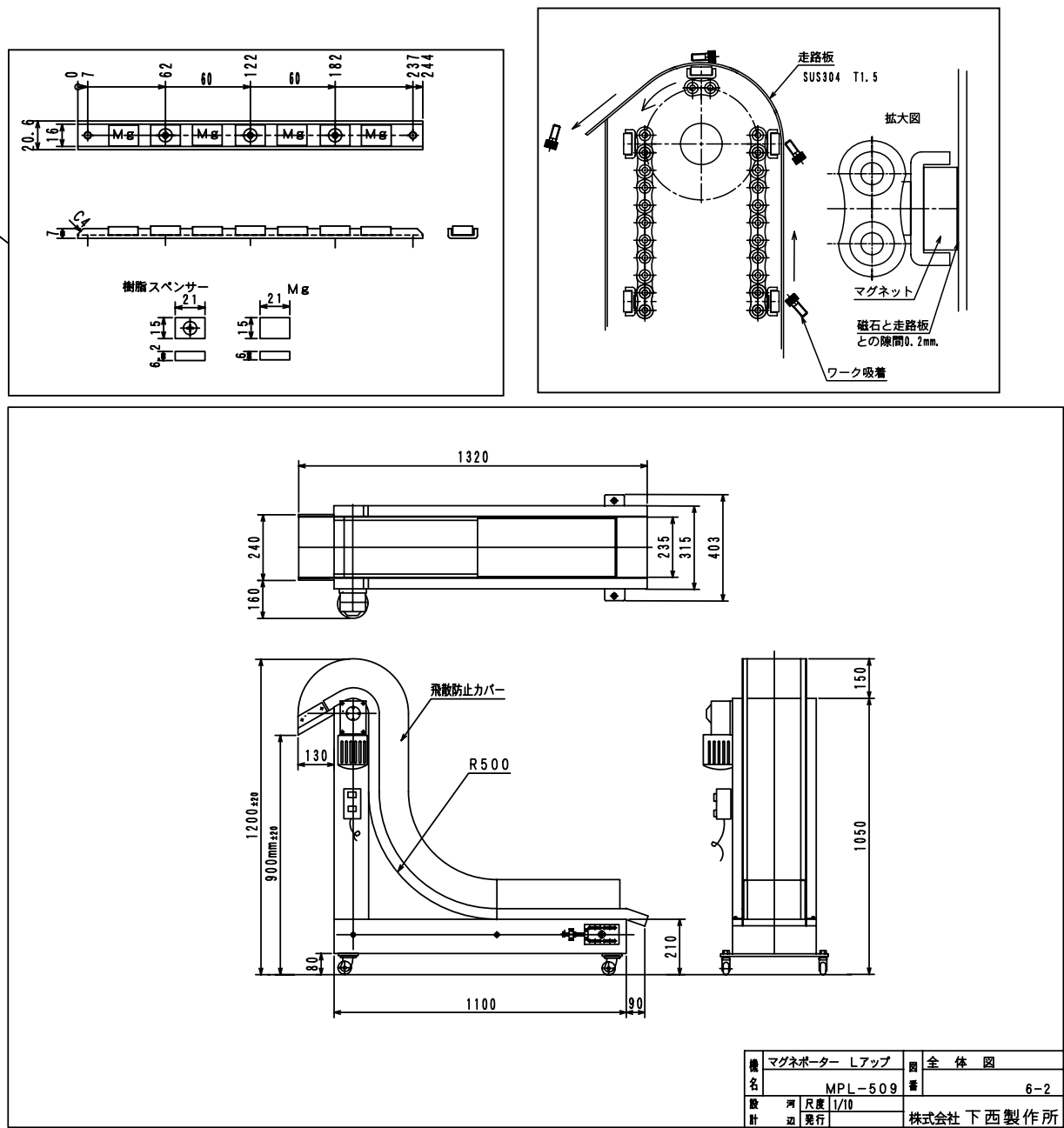


図 38 マグネポータの設計図と組立図

(3) 着磁電源および着磁ヨーク(コイル)使用の作業の現状

着磁電源と着磁ヨーク(コイル)の仕様が以下に示されている。

旧着磁電源仕様

充電電圧 : 0 ~ 2500V

最大出力電流 : 20000A

旧着磁コイル(有効着磁寸法) : φ 80X h 90(最大3.5T)

2 . 改善案の検討

(1) 3次元磁場測定装置

設計・開発し, 製作した 3 次元磁場測定装置の仕様と図が以下に示されている。

新 3 次元磁場測定装置仕様

測定範囲：600mm (X方向) × 400mm (Y方向)
× 150mm (Z方向)

X Y Z 方向同時測定可能

測定精度：最小測定ピッチ 0.01mm

繰り返し精度 0.02mm以内

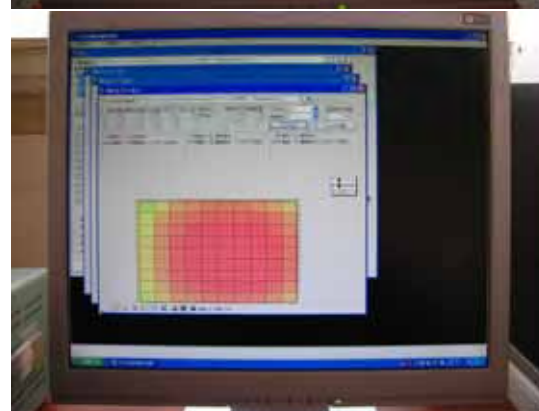
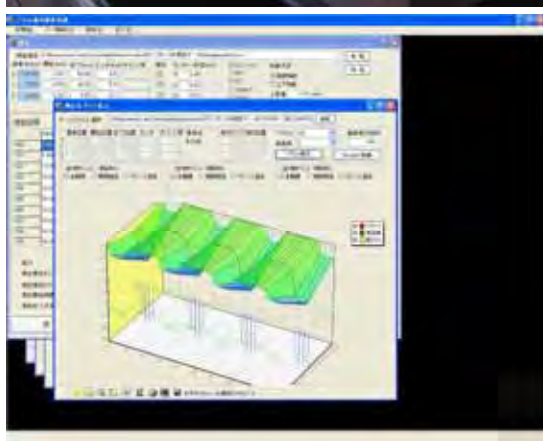
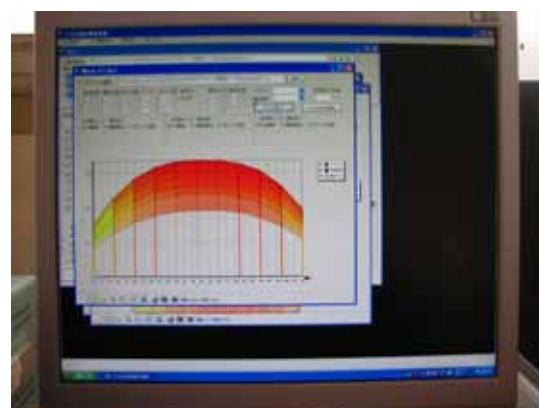
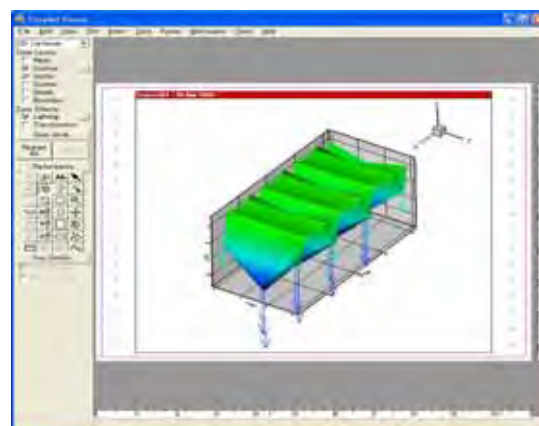


図39 3次元磁場測定装置と測定画面

(2) 着磁電源および着磁ヨーク(コイル)

設計・製作した着磁電源および着磁ヨーク(コイル)の仕様と図が以下に示されている。

新着磁電源仕様： 充電電圧：0～3500V

最大出力電流： 30000A

新着磁コイル(有効着磁寸法)： $\phi 150 \times h 150$
(最大4T)

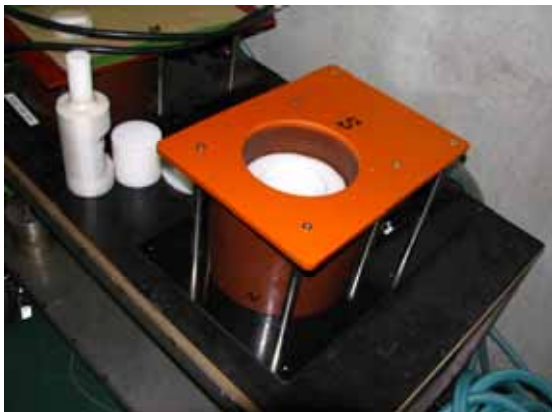


図40 着磁装置および着磁コイル

3. 効果測定

3次元磁場測定装置で測定した結果と従来の方法で測定した結果をいかに示す。

表 6 測定結果の比較

L26W15T6

測定者

手動

測定時間	
1.5mm	2.0mm
0:29:14	0:26:40
TOTAL 0:55:54	

自動

測定時間	
TOTAL 0:09:09	

ギャップ	1.5mm			2.0mm		
	0	7.5	15	0	7.5	15
0	33	251	42	49	240	41
5	61	362	77	84	352	77
10	53	364	71	73	354	69
15	50	365	73	69	355	71
20	56	360	852	76	348	81
25	0	176	8	11	168	9
30	-56	-28	-55	-60	-25	-56
35	-45	-31	-44	-47	-31	-44
40	-39	-28	-37	-39	-28	-38
45	-39	-28	-38	-40	-28	-38
50	-46	-32	-46	-48	-31	-46
55	-59	-28	-60	-64	-24	-60
60	3	225	36	12	216	35
65	37	378	89	54	366	90
70	25	378	79	41	367	79
75	23	379	80	36	368	80
80	29	380	93	46	370	93
85	-5	230	31	6	216	34
90	-62	-31	-63	-68	-27	-63
95	-49	-33	-48	-51	-32	-48
100	-41	-29	-39	-42	-28	-39
105	-40	-28	-39	-41	-28	-39
110	-48	-33	-47	-50	-32	-47
115	-64	-35	-63	-69	-32	-63
120	-24	275	-13	-26	144	-15
125	47	395	60	71	382	61
130	31	396	53	53	387	53
135	27	398	50	47	387	50
140	33	401	62	58	389	62
145	27	322	45	58	304	48
150	-72	-33	-70	-80	-28	-71
155	-54	-36	-53	-57	-35	-53
160	-44	-30	-42	-45	-30	-43
165	-43	-30	-42	-44	-29	-42
170	-50	-34	-50	-52	-33	-51
175	-68	-35	-72	-72	-34	-71
180	-46	331	47	-49	188	46
185	-23	407	164	-23	394	168
190	-42	398	149	-44	388	153
195	-45	400	152	-50	389	154
200	-35	418	164	-37	405	191
205	-36	342	158	-33	321	165

ギャップ	1.5mm			2.0mm		
	0	7.5	15	0	7.5	15
0	-49	8	-54	-36	21	-40
5	76	335	83	72	298	77
10	76	360	67	79	334	73
15	73	353	65	76	329	71
20	79	355	65	81	330	71
25	86	341	71	81	308	71
30	-35	43	-48	-23	54	-32
35	-52	-32	-57	-46	-28	-50
40	-42	-32	-45	-39	-30	-41
45	-39	-30	-41	-37	-29	-38
50	-42	-32	-44	-39	-30	-41
55	-52	-34	-54	-47	-30	-48
60	-41	20	-57	-27	32	-43
65	148	326	7	126	291	19
70	152	359	0	137	332	20
75	151	359	-7	138	333	15
80	158	358	-4	142	330	17
85	159	330	-2	135	295	12
90	-34	28	-57	-21	40	-44
95	-51	-33	-55	-45	-29	-49
100	-41	-31	-44	-38	-30	-41
105	-37	-29	-40	-36	-29	-37
110	-39	-30	-42	-37	-29	-39
115	-47	-33	-53	-43	-30	-47
120	-44	0	-62	-32	10	-49
125	134	302	-1	114	267	11
130	154	352	-3	139	325	16
135	152	353	-13	139	328	9
140	158	354	-11	143	328	11
145	161	339	-4	140	306	13
150	-6	67	-53	4	74	-38
155	-50	-32	-58	-44	-26	-51
160	-41	-32	-45	-38	-30	-41
165	-36	-29	-40	-35	-29	-37
170	-37	-30	-42	-36	-29	-39
175	-45	-33	-51	-42	-30	-46
180	-43	-9	-63	-33	1	-51
185	157	282	-22	129	248	-6
190	192	348	-25	169	321	-1
195	189	350	-34	169	325	-8
200	194	352	-33	173	326	-8
205	197	341	-25	171	309	-4

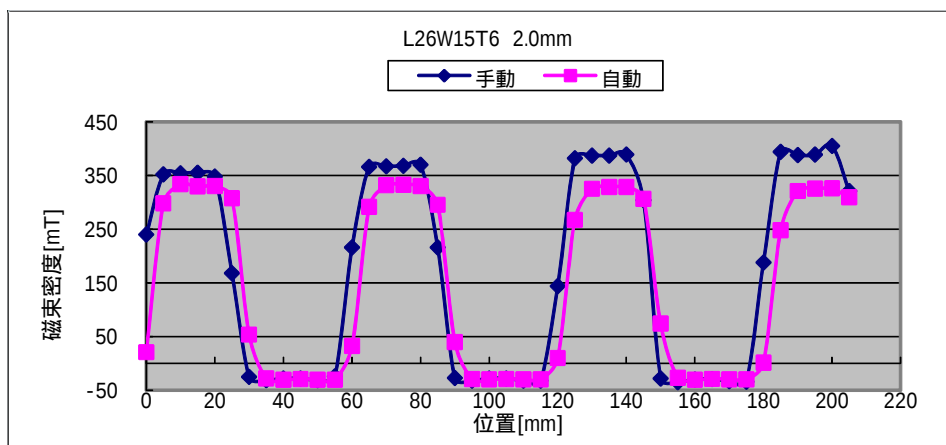


図 41 測定結果の比較

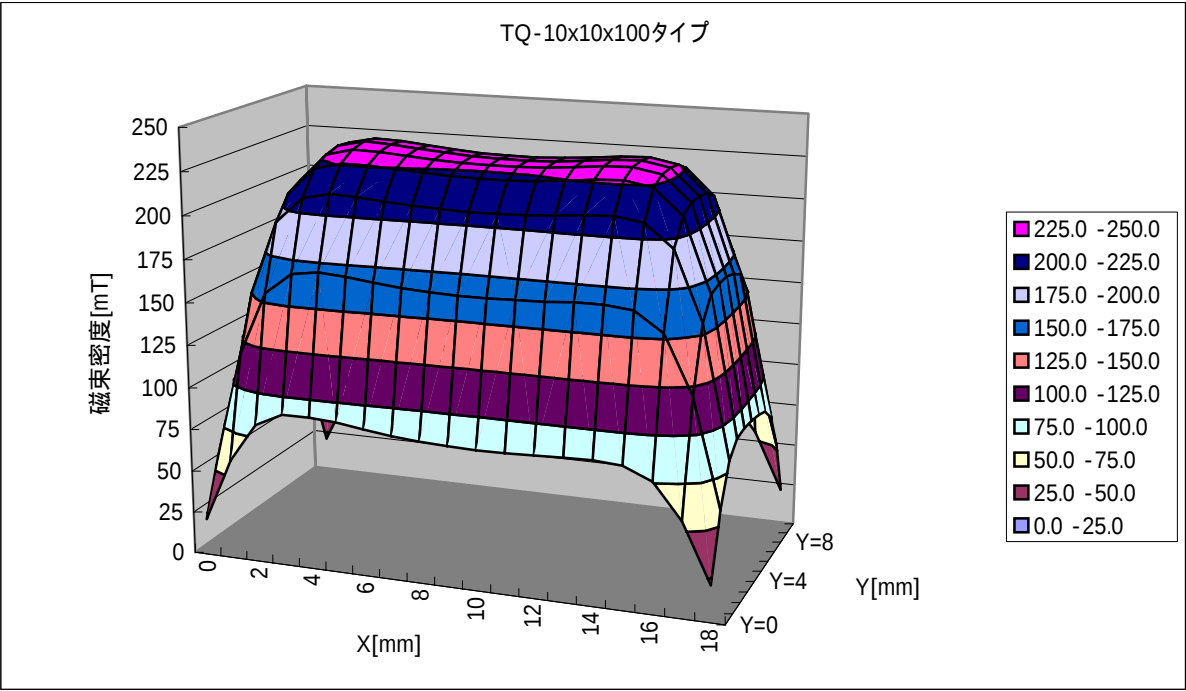


図 42 磁束密度の 3 次元表示