

製造業生産管理手法の他業種への技術移転の研究

—鶏孵化場への技術移転—

岡 部 建 次
井 上 貴 司

【要約】卵を生産する養鶏場に納入する雛や成鶏を孵化・育成する仕事を孵化業という。製造業での近代的な生産管理手法、とくに情報技術の畜産業への技術移転は80年代からいわれているが普及していない。業態の異なる製造業（加工業）の生産管理手法の畜産業への移転における問題点を検討し、解決法を提案した。具体的な鶏孵化場でのIT活用例として広大な敷地で数万の鶏を管理する全体把握システムを構築した。エクセルを利用するビジネス・プロセス・リエンジニアリングの手法を利用し、生産工程の管理手法を作成した。少子高齢化による卵の需要量減少予測のモデル式を検討した。

【キーワード】 鶏孵化場 生産管理技術 技術移転 IT活用 シミュレーション需要予測 データマイニング手法

1 はじめに

製造業の進んだ生産管理手法を製造業に比べ生産性の低いとされる他の業種へ技術移転することの意義は大きい。

本研究では畜産業のひとつである鶏孵化場において、80年代から推奨されている製造業の進んだ生産管理手法の技術移転の可能性を研究する。とくに情報技術の移転を検討した。問題点を分析し克服の方法を提案した。具体的には2で畜産業への先進工業技術応用の提唱と応用事例を調査した。3では両業態間の技術移転の問題点をふまえた上で移転できる技術の選択と移転の可能性を検討した。4, 5では問題点の考察と解決への提案を行った。6, 7では情報技術の移転応用実験報告をおこなう。

2 畜産業への技術移転提唱と事例

畜産業に関する国内の文献データベースは中央畜産会データベースシステム¹⁾に網羅的にデータベース化されている。誰れでもインターネットか

ら無料で利用することができる。これにアクセスし文献を検索し、一部はコピーを入手して調査した。データベースは畜産関係学会論文誌と国立・各都道府県の農事・畜産試験場の研究報告誌等約160誌が網羅されている。

既に1985年頃に農林水産省草地試験場家畜部長大森昭一郎の指摘²⁾には「畜産における技術革新に対する要望もかなり高い」「畜産技術の進歩には、他分野の技術の進歩が大きく関与する……今後も畜産の技術革新のために、理工学、医学を含む他分野の新しい知識を積極的に吸収し、また独自の生産技術の開発……」と積極的に他分野の最新技術を取り入れることの必要性が認識されている。具体的には酪農を知識集積型農業の代表と位置づけ、「飼料生産から搾乳・哺育に至る生産管理、経営管理の多様化に対応した情報収集、処理のための電算システムの活用は盛んになる³⁾」としている。

養豚事業では鹿児島県の南州農場で商船会社勤務を経て養豚を始めた本田信一氏が近代的な経営体制と戦略目的に関する係数的に導かれた予測データに基づく事業展開と緻密な経営管理システム導

入により成功をおさめた事例が新山陽子⁴⁾により報告されている。農林水産省畜産試験場の亀岡暄一⁵⁾も80年代半ばに畜産技術を家畜改良分野、繁殖技術、家畜衛生技術、飼養管理技術にわけ、飼養管理技術ではコンピュータ利用を始め、環境生理、建築及び機械工学、家畜生態などの進歩を取り入れた管理の確立が必要と主張している。我々の調査でも鶏孵化業においては製品（鶏や雛）の品質（健康状態管理）が重要であり家畜衛生技術が重点項目であると分かった。80年代半ばから90年代には畜産業の近代化が主張されたにもかかわらず、2000年代前半において農業・畜産業の生産性の低さが指摘されることから近代化が進んでないことが考えられる。2001年4月には農林水産省は「21世紀における農林水産分野のIT戦略」を公表した。二宮正士⁶⁾は畜産におけるIT化の取り組みは農業分野では早く、2001年では農水省主導で各種研究開発プロジェクトが行われていると述べ、いくつかのプロジェクトを紹介している。小林一⁷⁾は農水省の農業構造改善事業としての北海道別海町の農業・農村情報ネットワークについての報告、平塚貴彦⁸⁾は島根県の大規模畜産経営の飼料購買におけるITの活用を報告している。このように2001年では農水省が主導してIT活用事業が盛んに行われた。

3 技術移転項目の検討

製造業生産管理手法について検討した。代表的な手法¹⁾には以下に示すものがある。

- ・ 計数的管理技術
- ・ 品質管理技術
- ・ ITによる全体把握と情報の共有
- ・ 需要予測手法
- ・ MRP（資材管理計画法）
- ・ カンバン方式
- ・ 人員の業務配置に関する問題
- ・ 自動化・機械化システム導入

これらのうち鶏孵化場は、組み立て業でないので部品・資材管理システムMRP、カンバン方式

は導入を検討する可能性はないと考えられる。技術移転の検討が望ましいと考えられるもののうち、情報の計数化による全体把握と情報共有システムの作成、需要予測手法についての具体的な検討をおこなった。

4 技術移転上の問題点

技術移転の障害の一つは業態が異なるという点にある。加工業である製造業と育成業である農畜産業とでは業態が異なる。それは加工業では材料の切削方法を少し変えたとき、その場で削り直してみれば結果がすぐわかり対応が検討できる。生き物を育てる育成業では飼料の配合を変えてみてもその結果が出るまで時間がかかる。このことは製造業の生産管理手法を容易に畜産業に移転できないということになる。

5 問題点克服の提案

作業における時間の流れのスピードに差があるのだから畜産業における生産管理手法適用の実験をコンピュータシミュレーションの形で時間を早回しして行えば畜産業と製造業の業態の違いによる業態間のギャップを埋めることができ、技術移転を検討しやすくなる。シミュレーションの手法の導入検討を今後の課題としている。

6 動的全体把握システム

6と7では生産管理手法の応用例について報告する。

6.1 全体把握システム作成

孵化場内における管理部門や鶏舎を管理している現場との情報の共有、および全体把握の実現の有用性が考えられる。エクセル上に孵化場全体における受注から出荷に至る全生産情報が把握できるシステムを作成した。このシステムでは時系列で業務全体の進捗がシミュレーションできる機能

もある。これにより現状だけでなく計画通りに作業が進めば将来のいつの時点ではどうなるかが把握できる。

6.2 システム設計

システムに要求される機能(要求仕様)を6.2.1～6.2.3に示す。

6.2.1 現状把握機能

—どこで何が行われているか—

受注1ヶを1ロットとして扱ひ出荷に至るまでを管理する。使用するデータ項目とデータ例を表1に示す。ロットが孵化場のどのジョブショップに現在存在するか、時系列でそれらがどのように推移してゆくかを把握できることが重要なので、これを実現した。1つ1つの注文に対してロット番号(表の左端)を受注順に付番する。生産開始日時から現在どの工程で、どの鶏舎に置かを決められる。都合で場所を工面した場合は手入力で場所を変更する。データはエクセルに事務所で受注時に入力する。生産開始日時は納期から逆算され決定される。

6.2.2 進捗把握機能—どこまで進んだか

各ロットに対し、受注から発送、代金受領までの各プロセス(工程)をロット毎にプロセスチャート(図6)で表示し、図4の網かけされたプロセ

表1 受注データ

受注番号	種	羽数	サイズ	発注(年月)	納期(年月)	場所
①	ハイライン	2,000	幼	0205	0209	孵化場
②	ハイライン	8,000	中	0207	0209	1
③	ハイライン	10,000	初生	0208	0209	孵化場
④	ハイライン	1,000	中	0206	0210	孵化場
⑤	ハイライン	300	大	0208	0210	3
⑥	ハイライン	5,000	初生	0209	0210	出荷
⑦	ハイライン	1,500	大	0207	0211	5
⑧	ハイライン	800	成	0206	0212	4
⑨	ハイライン	6,000	幼	0207	0212	出荷

ス(まん中)のように現在のプロセスが一目で分かるように表示する。

6.2.3 利益表示機能

各ロットの原価、粗利をグラフに表示し、更に孵化場全体の経費・利益推移を把握する。

6.3 システム概要

6.3にシステム運用形態を示す。

6.3.1 現状把握機能

マイクロソフトの表計算ソフトエクセルを起動し、システムのあるシートを開けば図1に示す孵化場全体の地図が表示される。各長方形は鶏舎を示す。仕掛品の育成中の鶏グループはロットごとに現在飼育されている鶏舎に、そのロット記号(♪)が表示される。記号を右クリックすれば当該ロットについての詳細情報が図2のように表示される。受注し、仕掛かりしていないロット(注文)についてはシート上の事務所の位置に表示される。受注後出荷までの飼育に要する時間(リードタイム)から算出した仕掛かりにかかるべき日時になれば孵化場内のしかるべき場所にて育成が開始される。これらの情報は図1のシステムに表示される。時間の計算はパソコンの時計を利用し

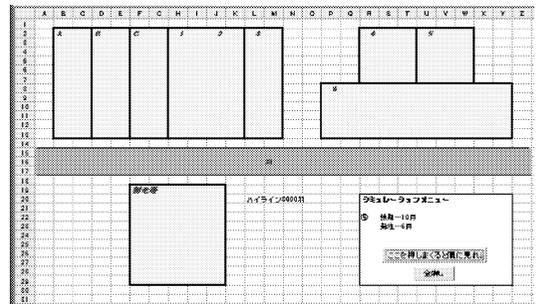


図1 孵化場全体把握システム

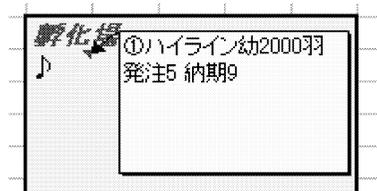


図2 表示のクローズアップ

たエクセルの時間計測機能を用いる。このシステムにより情報を鶏孵化場の職員全体で共有できる。(図2)

システム(エクセルのシート)は鶏孵化場のサーバーパソコンに置き、LAN(ローカル・エリア・ネットワーク)を介して鶏孵化場内のあるいはインターネットを経由して、外部からでもアクセスできる。利用者はパスワードの登録が必要のように設定する。

6.3.2 シミュレーション機能

システムではエクセルの時間機能を利用して任意の時間(未来・過去)をシミュレートする機能も受けられている。シミュレーション機能により指定した日時における当該ロットおよび全体の進捗推移を表示できる。また、指定した特定日時におけるロットの位置などがわかる(図3)。ロットのおかれている場所は工程の進捗状況による。これにより担当者は業務の現状だけでなく先行きの業務見通しを把握できる。自分の担当している鶏舎にいつ仕掛品が来るか、またいつ次の工程へ

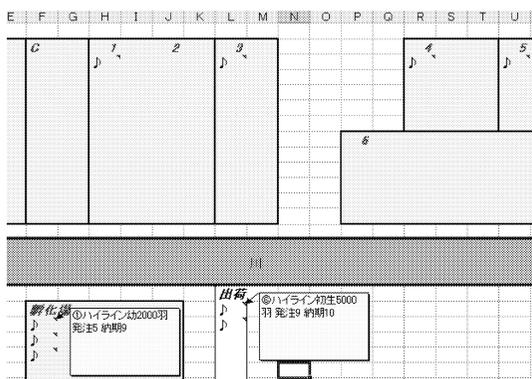


図3 シミュレーションの実行

搬送するかが流れとして分かる。

6.3.3 進捗把握機能

広い孵化場のどこでどのような作業が行われているかの他にどの程度作業が進んでいるかを把握する必要がある。

個々のロットに対してそれが出荷に至るまでの作業工程のうち、現在どの段階にあるか、今後どのような工程を経るかについてプロセスチャートにより進捗状況を表示する機能を持っている。進捗状況画面の実際は図6の様なプロセス・フローチャートになる。特定のロットの作業工程のうち、現在どこまで進捗しているかが、現在の作業工程はカラーで表示することにより分かる(図4)。

・プロセスチャート描画のためのデータ入力

各ロットの作業プロセスを図5のように表計算ソフトに入力する。各プロセスが1行に入力され、B列C列に個々のプロセス(図6の四角)のつながりを示す位置情報が入力されているので、プログラムで自動的にプロセスチャート図6が描画さ



図4 進捗状況報告画面概念図

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	0	1	1	準備作業	卵の選定				
2	0	1	e	2	準備作業	卵を台車にセット			
3	0	2	e	3	準備作業	セッター室に入卵			
4	0	3	ee	4	準備作業	温度・湿度管理			
5	0	3	e	5	準備作業	転卵			
6	0	4	ee	6	19日目	発生室に移卵			
7	0	5	e	6	19日目	発生室に移卵			
8	0	6	ne	7	19日目	消毒			
9	0	6	e	8	19日目	殺菌・色づけ			
10	0	7	se	9	21日目	発生			
11	0	8	e	9	21日目	発生			
12	0	9	ne	10	21日目	♂♀鑑別			
13	0	9	e	11	21日目	ワクチン接種			
14	0	10	ee	12	21日目	出荷			
15	0	11	e	12	21日目	出荷			

図5 プロセス情報

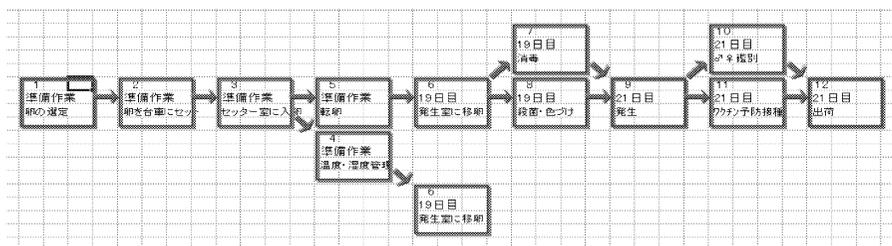


図6 プロセスチャート

れる。

図5の各プロセスの位置情報を変更してチャート作成ボタンをクリックすれば新しいプロセスチャートを自動的に描画できる。四角が一つの作業工程（プロセス）であり、それは表計算ソフトのシートを構成するセルのうち12ケのセルから成り立っている（図7）。すなわち1つの作業工程を示す四角を描くのに12ケのセルを使っている。12ケの各セルにはその工程に関する様々な情報を書き込んだり、あるいは資料・マニュアル等の文書ファイルやwebなどとリンクさせることができる。こうして1つの作業工程の種々の情報を保持することができる。

表計算ソフトを利用するプロセスチャート作成とビジネスプロセス管理手法については¹²⁾に報告した。

6.4 運用方法

受注ごとに受注票画面にデータを入力する。納期までのリードタイムからプログラムで作業指示が表示される。この指示により各注文に対するアクションをとる。現時点での全体状況を把握することができる。

孵化場の全体表示画面上の各ロットをクリックすればその詳細情報が表示される。シミュレーション機能で将来の特定時点での状況を表示することもできる。現在受注されていない注文はデータが入力できないので将来画面に表示されない。

7 需要予測問題

次に鶏孵化場ビジネスで気になる卵の需要予測の方法を検討した。

7.1 鶏卵事業の将来予測

日本の卵の需要はこれ以上増える余地がないと考えられている。それは人口の減少に伴い、将来需要は減っていくと考えるからである。他の国と比べて世界中で日本は一人当たりの卵の消費量が多く上位である（図8）。日本で年間250万トンの

卵が消費され、これは10年前から変わらない数字である。日本の人口は現在1億2千万人（図9）。しかし、50～60年経つと2,000万人ほど減る（少子化）。それゆえ卵の需要も減ることになる。このため日本では先を見越して孵化場の数が年々減少してきている。一般的に孵化場では現在は固定客から安定した注文があるので需要予測を特別していない。先行きが厳しいことなどから需要予測技術を導入し、先行きへの見通しが必要になる。そこで卵の消費量の将来的な需要予測の手法を検討した。

7.2 需要予測の手法

需要予測についての数学的手法はいくつか確立され体系化されている。対象とされる業務の特徴により適用される手法が決定されると考え、いくつかの応用例について調査した。

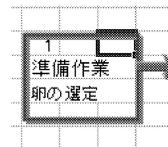


図7 一つのプロセス

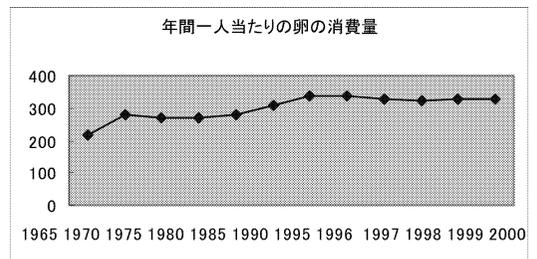


図8 日本人一人当たりの年間卵消費個数

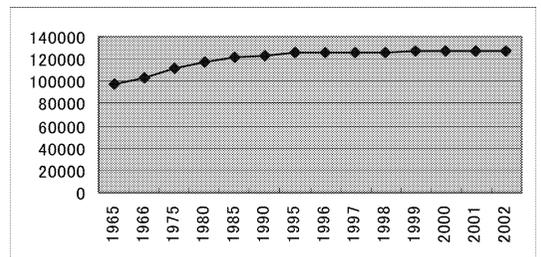


図9 日本の総人口（y軸の単位は千人）

7.3 応用事例調査

業種ごとの需要予測事例を検討し、業種と手法に関する関連を調査した。

7.4 卵消費量の需要予測

業種と需要予測手法の相関についてインターネットなどをを用い調査した。この結果業種と需要予測手法が対応していないことがわかった。同じ業種でも異なる手法を用いる例が多く、やり方は様々で特に業種と手法の相関はなかった。このため類似する業種での需要予測手法を卵の消費量予測に用いる方法は適用できない。卵の消費量の需要予測を我が国の人口予測データをもちいて人口との相関によって求める方法かモデル式を用いて求める方法が考えられる。少子化により現在子供の数が減っているので、子供の減少が卵の消費量の減少と関連するかについて検討した。すなわち子供は卵焼きが好きだから子供が減れば卵の消費量が減るという仮説である。年代別の人口構成比を調べ、若年層の減少と消費量の変化について調べた。年代別人口構成を見ると子供は少子化により減っているが卵の消費量に変化はない。近年子供の人口は少子化により減っているが、医療・環境衛生の進歩により高齢者の人口は増えており結局年齢別人口構成の変化は卵の消費量に影響なく、総人口数が関係している可能性がある。モデル式による予測の方法では、モデル式は加工用の卵消費と食卓に上る卵消費の合計となる。加工用とはマヨネーズ、アイスクリーム、ケーキなどに用いられるものでマヨネーズが多い。モデル式は(1)式のようになる。

卵の消費量 = 加工用 + 食卓用 (1)

加工用は4割から5割

モデル式の各項を算出する検討を行っている。

8 データマイニングの手法

次に取り組んだのが生産管理やマーケティングの分野で最近活用されているデータ分析の手法の技術移転である。

孵化場において様々な情報をデジタルデータ化すると、それらを分析する仕事が生じる。データの分析：データマイニングの手法について検討した。孵化場で収集したデータを持たないので本報告では実際のデータ分析はしていない。

データ分析の手法は実に様々なものがある。分析手法はデータの特徴を見出そうとするものと、過去の延長線上に未来があると仮定して予測するものに分けることができる。与えられたデータに対して、何を分析したいか、データベースがどのようなデータ項目から成り立っているかによって図12に一覧表とされている手法の中から適切なものを選び、後は個々の手法の方法に基づき分析を行えばよい。孵化場における様々なデータがデジタル化され蓄積されれば、データ解析が活用されている分野において利用されているデータ解析の手法が畜産業に技術移転しうる。

9 今後の課題

下記の点が鶏孵化場の近代化・競争優位のための今後の優先課題と考える。

- ① 本報告に提案した他のIT活用法を検討する。
- ② 鶏孵化業での競争優位形成の重点項目である品質管理、すなわち鶏の健康管理手法の確立。

数値分析

複数の要因がどのようにきいているかの要因分析

回帰分析、重回帰分析、数量化I類

単独要因の時系列な予測分析

グレイモデル、指数平滑法、差の平均法、ARIMAモデル

判別予測

決定木、判別分析、数量化2類

最適予測

コンジョイント分析、タグチメソッド

傾向とパターンの発見

多変量解析（クラスター分析、相対尺度法、主成分分析）

図12 データマイニング手法の分類

(上田太郎 (13) をもとに作成)

10 ま と め

・シミュレーションの活用

異なる業態における時間の流れのスピードの違いを事象が推移している状態をアニメーションで表現できるコンピュータ・ビジュアル・シミュレーション技術を用い克服する方法を提案する。

・プロジェクト参加者への全体情報提供の意義

現代の最もITを活用した先端のシステムの1つは米軍のIT化された師団である。これは最前線の兵士と司令部、援護・支援部隊が相互にコンピュータ・ネットワークでリアルタイムに情報を共有し作戦遂行の成果を上げるというものである。プロジェクトの参加者全員で情報を共有するというアイデアは古くからあるがITの進歩により離れた場所にある多くのプロジェクト参加者にリアルタイムな情報の共有が可能になった。このことは古くからあるアイデアをITにより実現するというのが先端的なシステムとなっていることを意味する。その有用性は2003年イラクで実証された。本報告でも鶏孵化場で参加者が情報を共有できる全体把握システムを提案した。

・情報のデジタル化

業態の違いの他に生き物を愛情を持って育てるという農畜産業のアナログな世界とデータをデジタル化して計数管理する製造業の世界とのメンタリティーの差も技術移転が普及しない要因と考えられる。移転効果のある管理手法の技術移転実現にはまずは育成データの計数化の試みが必要といえる。

本研究では卒業研究学生井上貴司君と井上君の実家である鶏孵化場カントー社および大規模養鶏場房総ファーム社の信夫正紀氏には資料提供とご教示をいただいた。全体把握システムのプログラム作成では卒業研究学生吉田英臣君に協力いただいた。本研究の一部を^{13)~18)}において研究発表をおこない有益なコメントを頂戴し研究の指針とした。日本生産管理学会関東支部e-生産管理と情報システム開発研究部会メンバー各位には数回にわたり研究部会で検討する機会と助言をいただいた。

駿河台大学文化情報学部西岡久雄、西野泰司両先生には励ましと助言をいただきました。本論文掲載に際しては研究紀要編集委員青木栄一先生に助言をいただきました。

11 参 考 文 献

- 1) 中央畜産会 <http://cali.lin.go.jp/>
- 2) 大森昭一郎：“畜産技術の展開”. 畜産技術, No.356, p 7, (1985).
- 3) 同上 p 8.
- 4) 新山陽子：“地域経済を切り開く大型畜産経営”. 農業と経済.1996年1月号, p 35, (1996).
- 5) 亀岡暄一：“特集・21世紀農業の可能性(3) 21世紀畜産の可能性”. 研究ジャーナル, vol. 7, No.1 pp. 20~23, (1984).
- 6) 二宮正士：“畜産におけるIT活用(第2回) 新しい農業情報システム開発と畜産業”. 畜産コンサルタント, vol. 37, No.6, pp. 32~37, (2001).
- 7) 小林一：“畜産におけるIT活用 北海道別海町の農業・農村情報ネットワーク事業の取り組み”. 畜産コンサルタント, vol.37, No.5, pp. 40~45, (2001).
- 8) 平塚貴彦：“農の先端をゆくIT活用—大規模畜産経営の資料購買とIT—”. 農業と経済, vol. 67, No.4, pp. 54~61, (2001).
- 9) 木村唯一：“採卵養鶏の現状とひな生産需給動向”, 鶏友, 567, pp. 70~76, (1985).
- 10) 永木正和：“畜産におけるIT活用 酪農経営における今後の取り組み課題”, 畜産コンサルタント, vol. 37, No.8, pp. 42~47, (2001).
- 11) 大野勝久 他, :『生産管理システム』, 朝倉書店 2002. 3
他に製造業生産管理システム文献は多数ある。
- 12) 上田太一郎web <http://www.datamining.jp/index.html>
- 13) 岡部建次, 塩沢哲時 “表計算ソフトを利用するビジネスプロセスリエンジニアリング法 PAM”. 日本経営工学会 平成14年度秋季大

- 会 (福島大学2002. 11).
岡部建次：“表計算ソフトを利用する業務プロセスのリエンジニアリング手法 (PAM)”. 日本経営工学会論文誌. vol. 54, No. 5. pp. 347-355, (2003)
- 14) 岡部建次, 塩沢哲時, 井上貴司 “鶏孵化場における近代的生産管理手法導入の研究—孵化場に於ける仕事の概要と生産管理方式 (その1)”. 日本生産管理学会第16回全国大会講演論文集 pp. 169-171, 2002. 8
- 15) 岡部, 井上, 塩沢, 福田, 吉田 鶏孵化場への製造業の近代的生産管理手法導入の研究—異なる業態間の技術移転と動的全体把握システムの作成 (その2) — 日本経営システム学会 第29回全国大会 (関西大学2002. 11).
- 16) 井上貴司：“卒業論文 鶏孵化場への製造業生産管理技術の移転”. 駿河台大学文化情報学部卒業研究発表会 (2002. 12).
- 17) 岡部建次・井上貴司：—鶏孵化場における近代的生産管理手法導入の研究異なる業態間の技術移転と動的全体把握システムの作成 (その3) —. 日本生産管理学会 第17回全国研究発表大会 (学習院大学2003. 3).
- 18) 岡部建次：鶏孵化場への製造業生産管理手法の技術移転. 中小企業学会中部部会研究会 (慶応大学2003. 5. 10).

A Study on the technology transfer of the manufacture's production management technique to the other sectors. : A Case of the Chicken Hatching Farm

By Kenji Okabe, and Atushi Inoue

[Abstract] The chicken hatching field delivers a chick and a grown chicken to the chicken farm. To hatch the eggs and grow the chick are the job for the chicken hatching farm. Since the 80, it is said that advanced manufacturing management method of the manufacturing industry should be applied to the farms. However this has not been done well. This paper studied the problems of this technology transferring. The reason of the problem of technology transfer is that, the job process of manufacturing industry is assembling and is different from breeding job that of the farms. The solution for this problem using simulation technique is proposed. Two (Over-viewing system, Demand predicting) of the technology transfer samples from the factory to the chicken hatching farm are shown and discussed.

[Key Words] Chicken hatching farm, Production management methods, Information technology, Simulation technique, Demand prediction, Data mining technique