

少量多品種生産のためのデータベースの検討

大平栄二* 藤田浩嗣**

A Data modeling for Production of Many Models in Small Quantities

Eiji Ohira and Koji Fujita

Recently, in order to compete with the productivity increase of developing countries, value added goods or services are needed in Japan. Some companies intend to adopt production systems of many models in small quantities to meet consumer request without a rise in production costs. But as these systems complicate inventory and parts management, the management by human hands is difficult. This paper describes a data modeling which is a basic technology to realize the management automatically.

Key words : data modeling, Production of Many Models, inventory management

1. 緒 言

近年、中国などのアジア諸国の発展は著しく、その安い人件費と豊富な労働力によって、低価格で品質の良い商品を生産可能となってきた。このため、あまり特徴のない多量生産可能な商品の価格は急速に下がり、収益が上がらない状況になってきた。

一方国内では、経済が成熟するのに伴い、消費者のニーズは多様化している。例えば、一般の日用品はできるだけ安いものを求めるが、自分のこだわりの商品には気に入れば多少高くても購入する傾向がある。また、好みの変化も非常に早く、ヒット商品の寿命も年々短くなってきている^{1,2)}。

このような背景のもと、各企業は収益性を向上させるための手段の一つとして少量多品種生産法を導入している。すなわち、多量生産でコストを下げるのではなく、一人ひとりの利用者のニーズに応える商品を提供することにより、付加価値の高い商品の提供を目指している。

しかし、少量多品種生産は多量生産に比べて多品種の商品を製造する必要があるため、工程が複雑となり、効率が低下しコスト高になってしまう問題が生じる。また、使用する部品（部材）の種類や商品

自体の種類も増加するため、在庫の管理が複雑化する。このため、従来からの見込み生産では、売れ残りの商品やその部材の在庫を多量に抱えてしまう危険がある。逆に個別生産法を採っても、コスト高に加えて納期が延びてしまう問題が生じてしまう。

今回、共同研究を行った家具メーカーは、商品として、ダイニングボードなどの家具の製造、販売をおこなっている会社で、詳細は後述するが、「組み合わせ製品」による製造を行なうことにより製造面の問題の解決を図っている。しかし、商品やその部材の在庫管理は人手に負うところが多く、年々その負担が増加し問題となってきた。本研究の目的は、この在庫管理の自動化を実現するために基盤となるデータベースの設計・構築を行うことである。

2. 組み合わせ製品による多品種生産

2.1 組み合わせ製品の概要

個別受注生産は、顧客のニーズの多様化に対応できるが、製造コストの上昇や納期が長くなってしまいう問題が生じる。これを防ぐために見込み生産を行うと、当然過剰在庫や売れ残り在庫を抱える危険性が大きくなる。

コストや在庫を増加させることなく、顧客の様々なニーズに応える商品を提供するため、組み合わせ製品による多品種少量生産法を導入している。本方式では、図1に示すように、まず単体でも製品とすることができる完成部品を製造する。そして、複数

原稿受付 平成 18 年 7 月 31 日

* 情報工学科

** 株式会社すえ木工

の完成部品を組み合わせることにより一つの製品を作る．各完成部品のカラーバリエーションは豊富であり，完成部品単位で色を組み合わせることが出来るため，膨大な種類の商品を提供できる．つまり消費者は，好みで組み合わせを変えることによってオリジナルな製品を購入することができる．

製造においても完成部品単位で製造を行い，消費者の要求にしたがって完成部品を組み合わせることで製品を作ればよいと，納期を短縮することが可能である．また，生産する種類もある程度限定できるため，製造コストを抑えることが可能である．

2.2 現状の問題点

このように，製造面では課題を解決しているが，製品や部材の管理面では次のような問題がある．

多品種に対応するため，製造や在庫の管理は，完成部品を中心に行っている．このため，顧客や販売店から製品の在庫の問い合わせがあったときは，その製品に必要な完成部品の在庫数を調べる必要があり，手間のかかる作業となる．この問い合わせの対応を表計算ソフト等を使って人手で行っていたが，人手では計算ミスが増える可能性があり，更に問い合わせ件数が増加すると対応できなくなる恐れがある．このため，この作業の自動化が大きな課題であった．

一方，製造においても，納期短縮のためにはある程度の見込み生産が必要である．製造に必要な部材を購入する場合，製品の受注見込み数を見積もった後，それに必要な完成部品数を求める．そして，その完成部品の製造に必要な部材を計算する必要がある．非常に複雑な処理となる．このため，どうしても多めに発注してしまい，余剰の在庫を抱えてしまう危険性がある．このため，同様に作業の自動化が望まれる．この作業を自動化することにより，完成部品段階で適切な製造個数の見積もりも可能となる

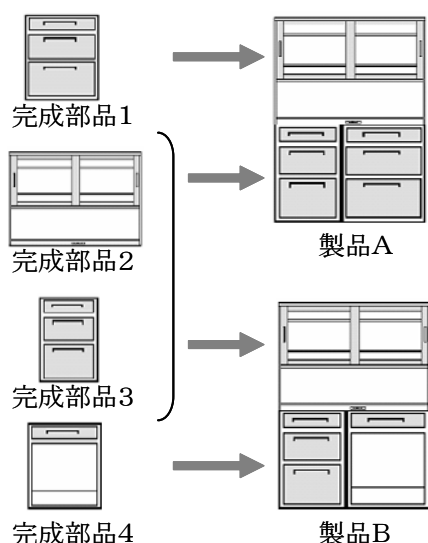


Fig. 1 組み合わせ商品

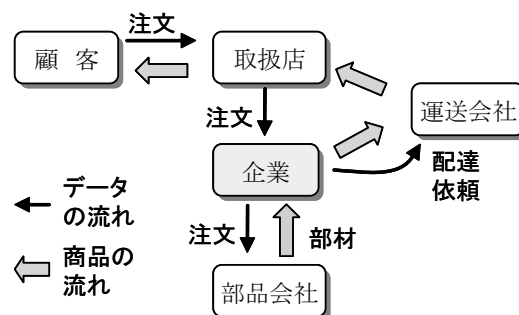


Fig. 2 Business flow Diagram

と考えられる．

2.3 自動化へのアプローチ

上記の処理の自動化は，製品や部材の在庫の情報をデータベースで管理することにより実現可能である．データベース化することにより，製品や部材の在庫数や購入すべき部材の数量は計算機によって自動で求めることができる．

また，インターネットと連携することにより，顧客や販売店からの製品の在庫の問い合わせは，インターネット経由で行うことができるため，問い合わせ対応の業務を削減できる．

さらに，情報をデータベース化することにより，将来的には，どのような顧客（地域，年齢など）がどのような商品を購入する傾向にあるかといった解析も可能となり，会計ソフトとの連携による会計事務の効率化にも結びつく．

3. データモデリングの検討

3.1 概念設計の概要

図2に共同研究を行った家具メーカー（株）すえ木工（以下，単に企業と呼ぶことにする）における業務の流れ図を示す．データベース化に際しては，各業務の処理をコンピュータ上に表現する．実世界の情報をコンピュータ上に表現することをデータモデリング（data modeling）という．一般にデータベース設計では実世界の情報を直接コンピュータ上のデータベースに落とさず，概念モデルを介して行う．これは，複雑な実世界とデータベースの間に記述表現上に大きな隔たりがあるためである．このため，まず，実世界を概念モデルの一つである実体関連モデル（entity-relationship model）で表現する³⁾．

実体関連モデルでモデル化した実世界の対象を視覚的に表現したものがE-R図である．E-R図は，実世界を実体集合と関係（実体間の関連）により表現する．実体集合は同一種類の実体の集まりを表す．

まず，実世界を法人をも含めた人の観点で捕らえると，図2に示すように，実体集合は大まかに5つ

あると考えた。「企業」、「取り扱い店」、「顧客」、「運送会社」、「部品会社」である。「顧客」は製品を実際に購入するエンドユーザー。「取り扱い店」は顧客からの注文を受け製品を卸す企業。「運送会社」は製品を「取り扱い店」に届ける運送会社。「部品会社」は製品の材料となる部材を販売している会社となる。

3.2 受注処理に関する情報の解析

図2における「企業」の業務の内、受注処理に関して詳細にモデル化したE-R図を図3に示す。図において四角形で表されているものが実体集合、ひし形が実体の間の関係である。実体のもつ各種の性質は、属性によって表現される。例えば、製品の実体は「製品ID」「製品名」「寸法」などを属性として持つ。実体集合の項目についている下線は主キーを表す。主キーとはそれを指定することによって実体集合から一意にひとつの実体を選択できる属性の集合である。例えば、「製品ID」の番号を指定すると必ず一つの製品を選び出すことが出来る。関係も属性を持つことがある。

まず、製品はキッチンやダイニングボードなど、どんな家具であるかを表すカテゴリーに分類されている。また、製品はshineシリーズなどシリーズ化されている。このため、カテゴリー、シリーズという実体集合を設けた。これにより、カテゴリー分けの見直しがあった場合も、これらの実体集合のみを

修正すればよいと、柔軟に対応できる。製品とシリーズ、シリーズとカテゴリーの間には親子関係がある（図ではhas_a関係と記載）。実体集合と関係をつなぐ線の両端についているm, nや1, nといった英数字はその実体集合同士が何対何の関係を持っているかを表している。親子関係は1対nになる。

前述したように、1つの製品には多くのカラーバリエーションがある。すなわち、図3の「色付製品」が実際の製品である。このため、「製品」と「色付製品」は親子関係が成り立つといえる。一方、「色付製品」は、汎化階層（図ではis_a関係と記載）とも考えることが出来る。前者は、どちらも独立した実体として認識したいとき、後者は、哺乳類と人間の関係のように親の実体集合（哺乳類）が子の実体集合（人間）の上位の抽象的概念と考えられるときに成り立つ。今回、「色付製品」は、色以外の属性を「製品」から全て継承することから、後者の汎化階層とした⁴⁾。

組み合わせ製品（色付製品）は、複数の完成部品（色付完成部品）から構成される。この両者の関係が図の「使用」である。1つの製品は、複数の完成部品を使用し、1つの完成部品は、複数の製品に使用されるので、両者の関係はm対nになる。また、1つの製品は同じ完成部品を複数個使用する場合がありますので、関係「使用」の属性に個数を設けている。

3.3 製造処理に関する情報の解析

ここで、「完成部品」も多くのカラーバリエーションがあるため、製品と同様に「完成部品」と「色付完成部品」の間には、親子関係か汎化階層が成り立つと考えることが出来る。こちらも同様な理由で、汎化階層とした。

製造の観点で詳細にモデル化したE-R図を図4(a)に示す。製造の対象は「色付完成部品」である。「色付完成部品」は「部材」を使用するので、「使用」の関係があり、「部材」は「部品会社」から購入するので、「購入」の関係がある。両者ともm対n関係である。

一方、「色付完成部品」は企業自身で製造され、その「部材」や「色付完成部品」自身の在庫数も企業自身で管理される。図4(a)に示す、関係「製造」と二つの関係「管理」の記述は厳密には正しくない。関係「製造」を例にとると正確には図4(b)のように表現する必要があると考えられる。すなわち、製造では完成部品を1個ずつ作っていくため、同じ種類の完成部品でも1個1個を個別の実体として認識する必要がある。例えば、戸棚 45 という種類の完成部品があった場合、作成順に戸棚 45-1, 戸棚 45-2 などと番号を付けて管理する必要がある。図4(b)の実体集合「生産品」は1個1個の実体である戸棚 45-1, 戸棚 45-2 の集合である。このため、属性とし

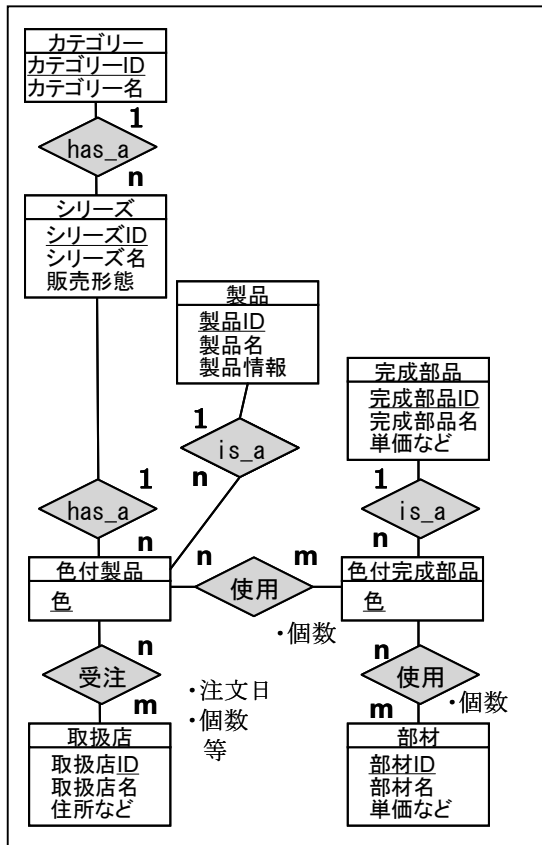


Fig.3 Entity-Relationship Diagram for Orders

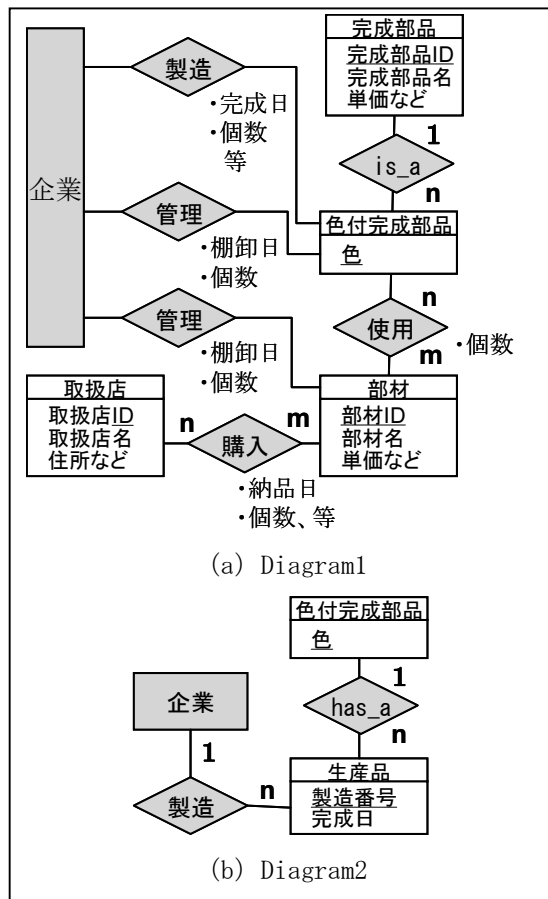


Fig.4 Entity-Relationship Diagram for Production

て、製造番号と完成日を持つ。個々の生産品は、「色付完成部品」と親子関係にあり、企業自身によって製造される（1対n関係）。関係「管理」についても同様である。

しかし、製品ではなく、1つ1つの完成部品に番号をふって管理するのは大変困難である。また、出来るだけ受注生産に近い形態を目指す、それだけでは納期などの点で問題があるため見込み生産も併用した方式をとっている。すなわち、製造においては、ある程度の個数をまとめて生産すると考えることが可能である。このため、関係「製造」に、属性として製造予定日、完成日と個数を設け、複数の「色付完成部品」が同時に完成すると考えることにし、図4(a)の表現をとった。

一方、具体的に実施される管理の業務は、ある決まった時間単位で行う棚卸し業務である。この結果がデータベースに入力される。このため、関係「管理」も、棚卸日と在庫数を属性として持たせた表現とした。図示していないが、これらは全て1対n関係である。

3.4 論理設計

モデル化したE-R図に基づいて、関係データベースのテーブルを作成する。以下では、テーブルを次

のように表現する³⁾。

テーブル名 (属性1, 属性2, ..., 属性n)

基本的に全ての実体集合は、一つのテーブルにする。例えば、実体集合「カテゴリー」は、その属性としてカテゴリーIDとカテゴリー名を持った「カテゴリー」という名前のテーブルとする。

カテゴリー (カテゴリーID, カテゴリー名)

このテーブルで、アンダーラインは主キーであることを示す。

実体集合のうち、親子関係で子になる実体集合は、自分自身の属性に親の主キーを加えたものを一つのテーブルにする。例えば、実体集合「シリーズ」は、親である「カテゴリー」の主キー「カテゴリーID」と自分自身の3つの属性を含む、以下のテーブルとなる。

シリーズ (シリーズID, シリーズ名, 販売形態, カテゴリーID)

さて、通常オブジェクト指向において、汎化階層は子を実体化する。例えば、親である「製品」の全ての属性に色の属性を加えた「色付製品」のテーブルを作成する。しかし、詳細は省略するが、このテーブルは第3正規形を満たさない冗長なテーブルとなる³⁾。このため、結果的には「色付製品」と親である「製品」の2つのテーブルに分解された形と同じになる。なお、「色付製品」の情報の全ては、関係「使用」のテーブルに含まれるため、テーブル化しないことも可能である。

一方、関係は、m対n関係のみ、一つのテーブルにする。このとき、関係する両方の実体集合の主キーと関係自身が持つ属性を含めたテーブルにする。例えば、「色付製品」と「色付完成部品」の間関係「使用」は、以下のように記述する。

使用1 (製品ID, 色1, 完成部品ID, 色2, 個数)

関係「製造」と関係「管理」も本来は図4(b)の関係なので、m対nの関係と同様に、「色付完成部品」または「部材」の主キーを加えて一つのテーブルにする。

3.5 モデルの検証

まず、データベースでは日々更新されるデータの入力作業が業務の一環としてスムーズに行えることが重要である。入力作業が現状の業務の一環でないと、余分な作業が発生するため、入力が滞りシステムがうまく機能しない。図3と図4における、関係「受注」、「管理」、「製造」が頻繁に更新されるテーブルである。それぞれに格納されるデータは、現状

でも受注時、棚卸時、製造完了時に作成する必要のあるデータであるため、問題ないと考えられる。

次に、今回の情報化の目的の一つである、製品の在庫数の検索を例にとってモデル化の検証を行う。組み合わせ製品の在庫は、「色付完成部品」の個数を基準に計算する。以下にある指定された日において使うことが出来る色付完成部品の在庫数を求める計算式を示す。

$$\begin{aligned} & \text{(指定日の) 色付完成部品の在庫数} = \\ & \quad [\text{(今月の) 棚卸数}] \\ & \quad + [\text{(棚卸日～指定日までの) 製造予定個数}] \\ & \quad - [\text{(棚卸日以降の) 出荷予定個数}] \end{aligned}$$

最新の棚卸において確認された色付完成部品の在庫数に、棚卸日以降指定日までの間に製造される予定の個数を加えたものから、棚卸日以降の出荷予定個数を引き算した個数となる。

棚卸数は、図4の関係「管理」より生成されるテーブルから、製造予定個数は、関係「製造」より生成されるテーブルからそれぞれ検索できる。出荷予定個数は、図3の関係「受注」から「色付完成部品」までの関連から求められる。すなわち、関係「受注」から製品の出荷個数が求まり、関係「使用」から、それに必要な色付完成部品の個数を計算できる。

4. おわりに

多品種少量生産のためのデータベース化の検討を行い、基本的な設計を完了した。まず、本生産法における問題点を解析し、特に受注時の在庫確認処理や製造に必要な部材の購入処理が隘路となることを明らかにした。次にこれらの処理の自動化を目的と

して、処理に関連する情報の解析を進め、製造から販売までの情報を一貫してコンピュータ上にモデル化することができた。これをベースにデータベースのテーブル設計とその検証を行い、実用化の上で重要となるデータの入力処理の容易さも含めてモデルに問題ないことを確認した。

今後は、ここで設計したデータベースを実際に構築していくとともに、データベースを用いて各種の管理の支援機能を開発していく必要がある。また、この開発を通してデータベース自身の改良も進めていく予定である。

謝 辞

本研究は、平成17年度の株式会社すえ木工殿との共同研究の一環として行ったものである。システムの試作、検証においては、平成17年度本科卒業生の水島圭一君と藤長尚見さんに多大の協力を頂きました。また、本研究に関して有益な議論をして頂いた本学情報工学科・教授岡田正先生、寺元貴幸先生、すえ木工・須江英典社長、福本淑子さんに感謝いたします。

参考文献

- 1) 大前研一：“ザ・プロフェッショナル”，ダイヤモンド社(2005)など
- 2) 田原総一郎：“田原総一郎の聞きだす力”，カナリア書房(2004)
- 3) 北川博之：“データベースシステム”，情報系教科書シリーズ第14巻，昭晃堂(1997)
- 4) 長尾 真：“日本語情報処理”，電子通信学会(1984)