

オブジェクト指向と技術データ管理

久保晋, 児玉公信

(株)エヌ・ケー・エクサ

製造業における技術データは、製品や部品の構成を親子関係で表現する構成データと、品目ごとの製造手順と生産資源の関係を表現する製造手順データからなるものである。われわれは、日本の製造業の物作りの特徴を活かした生産方式である日本型マス・カスタマイゼーションの中核となる新技術データ管理システム:SPBOM(Series Products Bill of Manufacturing)を開発した。SPBOMは、従来分離されていた部品表と製造手順データを統合した。また、品目群という概念を導入して、類似品を管理することで、その物作りの過程を素朴に表現することを可能とするものである。SPBOMの開発は、オブジェクト指向技術を使って分析、設計、実装されている。ここでは、このSPBOMの特徴、そしてオブジェクト指向と開発の係わりを紹介する。

Object Oriented Technology and Advanced Engineering Data Management System

Susumu Kubo and Kiminobu Kodama

NK-EXA Corp.

The bill of material(BOM) and the routing data are the engineering data used in a manufacturing industry. A structural information in the BOM is represented in the pair of a parent and a child, and the routing data represents the manufacturing method and the production resource. We developed a new engineering data management system: SPBOM(Series Products Bill of Manufacturing). SPBOM is expected as a kernel of Japanese style mass customization that is a production method adapted to the features of a production style in Japanese production industry. A BOM and a routing data, which are separated in a conventional system, are integrated into a new data structure in SPBOM. And, by introducing the concept, "Series Products", it can represent the manufacturing process straightforwardly. The development of SPBOM was based on an object-oriented technology in the process of an analysis, a design, and an implementation. We introduce the features of SPBOM and how an object-oriented technology was used in SPBOM and its development.

1. はじめに

市場の成熟による製品仕様の多様化、製品寿命と生産リードタイムの短縮化など、現在の日本の製造業を取り巻く環境は切迫している。これに適切に対処していくためには、企業の生産管理システムを含む情報システムが、こうした状況に十分に対応できるシステムとなっている必要がある。しかし、今の製造業企業の生産システムは、MRPなどの生産システムに依存した形となっており、必ずしも現在の状況に適合したものであるとはいえない。そこで技術データとして、ある製品の構成を親部品とそれを構成する子部品からなる親子関

係を持つ部品表(BOM:Bill of Material)と呼ばれる構成データと、ある製品や部品の製造方法に関する情報を持つ製造手順データが、別々の形で存在しており、生産の実態を表現できていない。

部品表や製造手順データは、技術データとして企業の情報システムの核となるもので、これら二つをオブジェクト指向技術を使って、従来では表現できなかった構造を持った新しい技術データ管理システムとして統合し、それをカーネルとして利用することで、現況を反映した新しいシステムを構築することが可能となる。

設計部門には設計用の部品表(E-BOM)があり、そこで作成された部品表は、互いの部品構成に対する視点が違うことから、生産部門で使われ

ることはなく、生産部門では独自の部品表(M-BOM)を作り運営されているのが一般的である。そして、それは設計と製造の間の隔たりを大きくしており、製造不可能なものを設計してしまったり、既存の部品が使えるところで別の部品を使うような非効率的な設計をしてしまうなどの問題があることから、二つの部品表を統合することが望まれている。

このような状況の中、MASP (Manufacturing Architecture Series Products)コンソーシアム[†]研究会では、日本の製造業に合ったシリーズ型製品開発方式および生産方式の概念と実現方法をアーキテクチャとして開発するために活動中である。そこでは、日本型マス・カスタマイゼーションというものを提唱している。これは、生産の上流工程で見込み生産の手配をし、徐々に仕様を詳細化していく、そして、生産開始した品目でも、可能なら加工内容を途中で変更して仕様の詳細化に対応する方法である。

この研究の成果を基に、われわれは技術データを素朴に表現するようにオブジェクト指向技術を使った新しい技術データ管理システム(SPBOM:Series Products Bill of Manufacturing)を開発した。

2. オブジェクト指向

2.1. オブジェクト指向によるシステム

日本の製造業の物作りの現状を素朴に反映した「良いシステム」を構築する必要がある。良いシステムとは、[3]によれば、役にたつことはもちろんだが、形態的にはシステムをモジュールの集まりと考え、それらのモジュールをコンポーネント化し、結合度が低く、凝集度の高い(抽象性)ものとして構築されたシステムである。そのようなシステムは、人が理解しやすく、モジュール変更の波及を最小化することができ、また、再利用も可能となる。また、システムのモデルをユーザのモデルと合致させることで、システムがユーザの要求をより容易に、正確に獲得し、ユーザ要求の変化によりよく追従することができるものである。

オブジェクト指向アプローチはシステム構築に対してモジュール性、カプセル化、抽象化を基礎としており、また、世界をオブジェクトに関連させて眺めることをその本質にしている。このような特性

を活用することによって、上で述べた良いシステムを構築することができる。

2.2. SPBOM の分析, 設計, 実装

SPBOM は、オブジェクト指向技術を使って、物作りの過程を素朴に表現した技術データ管理システムであり、その分析, 設計, 実装もオブジェクト指向技術を採用している。

オブジェクト指向では、ソフトウェアの開発に必要な言語や手法が整備されてきている。そのためオブジェクト指向技術は、分析, 設計, 実装といった開発における知見が集積され、各レベル間の移行や、チームワークに基づく開発において、互いの整合性の維持と曖昧さの排除に有効である。また、パターンといった分析および設計においてオブジェクト指向開発で蓄積されてきたアーキテクチャのカタログを利用するなど、より効率的な、そしてユーザ要求とソフトウェアシステムの実装に対して適切なモデル化が可能となる。

これを従来の方法で行おうとすると、体系化された言語や手法がないことから、互いのレベルで決定したことが正確に伝わらなかったり、モデルの解釈に食い違いが生じたりと、混乱の生じる恐れがある。

(1) 分析・設計

SPBOM を分析し、そして設計する際に、モデリング言語 UML(Unified Modeling Language)を使用してモデル化を行った。

また、実世界のルールをモデルで形式的に表現する際に、モデルの各要素が満たすべきルールや制約を OCL(Object Constraint Language)という制約言語を使うことで、多義性を除いた厳密な記述が行えた。

分析にあたって、製造業における技術データとしての要件を分析し、概念レベルのモデルを作成する際に、ある特定の製造業企業の生産システムを対象としてモデル化を行った。モデル化の際には、分析のパターンであるアナリシスパターン[9]をリファレンスとして使用することで、作成したモデルが洗練されるなどの効果があった。

(2) 実装

SPBOM の実装は、その大部分をオブジェクト指向言語 Java により実装した。また、SPBOM サーバ上の技術データを表すオブジェクトの永続化には、オブジェクト指向データベース(OODB)を採用し、クライアントアプリケーションがそのオブジェクトにアクセスするときは、CORBA(Common Object Request Broker)を使ったオブジェクト間通信を使用することにした(図 1)。

[†] 製品開発から生産・販売に至る基幹ビジネス活動の形態に関する開発及び裏付けとしての研究を行う事を目的として設立する非営利団体。 事務局連絡先 山口

044-540-2910, hinako@end.nk-exa.co.jp

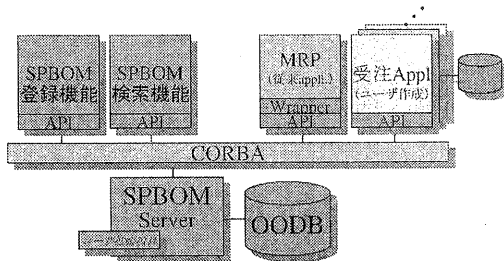


図1 SPBOMシステム構成

これによって、クライアントアプリケーションは、概念レベルでモデル化された技術データを、そのモデルで定義されたままの素朴な形のオブジェクトとしてアクセスすることが可能となる。

3. 技術データ管理システム - SPBOM

次に、SPBOMの特徴を説明する。

3.1. 従来の部品表

生産部門で使われている一般的な技術データは、MRPのためのデータ構造であり、部品表と製造手順表が別々に存在する。部品表は、できあがる品目を親とし、投入する品目を子とする親子関係によって品目の構成を表現する。そして、製造手順表は、品目を加工する工程に番号(製造手順番号)を与え、各々の工程で使用する生産資源との対応関係を示すものである(図2)。

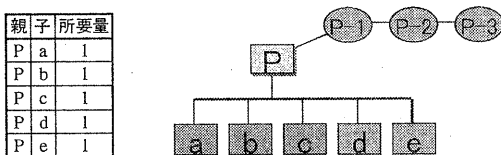


図2 従来の技術データの表現方法

このような部品表では、製品に新たなオプション部品を付け加えるなど、一部の部品などの仕様が違うだけで品目名の付け替えが生じ、品目データと構成データの量が爆発的に増加してしまう。

また、部品表と製造手順表が分離しているために、実際にある製造手順で投入される部品がどれに当たるかが正確に表現できない。また、上位品目の必要数より該当品目がどれだけ必要なかを計算する所要量計算と、工程単位に積まれた期間別の負荷を平準化するために調整する負荷調整も分離してしまい、所要量計画ではタイムバケットを設定しなければならなくなる。結果的に生

産リードタイムが間延びしたり、また、タイムバケットの長さを調整したりすると、負荷調整の余裕がなくなるなど、さまざまな問題が起きてしまう。

SPBOMでは、これらの問題を、構成データと製造手順データを統合し、品目群という概念を導入し類似品の管理を行うことで、解決しようとするものである。

3.2. 品目群

SPBOMでは、共通の性質を持つ品目の集まりを品目群として管理する。ここで、個々の品目を成り立たせている理由は、用途・使用条件を持っていることである。これは、その品目を設計する際の用途、あるいは使用条件によって、仕様が対応している。

品目は、用途・使用条件として表現される属性種(属性の種類)を軸とする多次元空間の点であるといえる。品目群の属性が3つであった場合を3次元の図で表すとすると、図3のようになる。この空間に分布する品目の集まりが、ある類似した品目の品目群である。そして、ある属性種の属性値(属性の値)が決定されたときに、その品目群の中でその属性値を持つ品目グループをサブ品目群と呼び、全ての属性が決定したものが特定の品目となる。(たとえば、一つの属性が同じであれば、ちょうどその属性が固定されている面に分布される品目は、その属性が同じである類似品を表しており、また、全ての属性が決定されていれば、一つの点を表す具体的な品目となる。)そして、この属性値を決めることが、仕様を決定することを意味する。

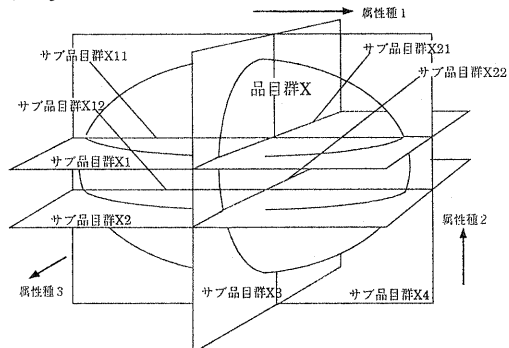


図3 品目群と属性

3.3. 製造手順と品目構成

SPBOMでは、品目構成と製造手順を統合して、製造プロセスを素朴に表現している。従来の部品表では、図2のように、どの製造手順でどの部品

を投入するか判らなかつた。しかし、SPBOM ではある目標成果物はそれを構成する構成品目を加工機能と呼ばれるプロセスに投入することで産出されるものとして表現でき、図 4 のように、その加工機能の連鎖がある品目を作る製造方法を示し、かつ構成を表現している。加工機能はインプット・プロセス・アウトプットの形で表現され、製造手順と投入部品の関係が明確に表現できている。ここで、各加工機能の主産物は次の加工機能に自動的に投入されるようになっており、加工機能間の品目名が与えられていないものは、仕掛品または中間品と呼ばれるものとなる。

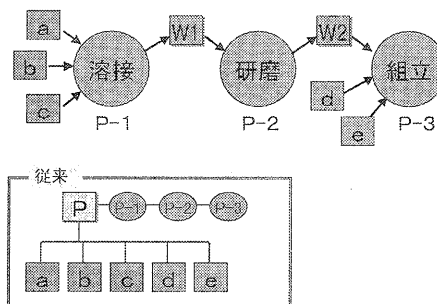


図 4 製造手順と品目構成

3.4. 加工機能の選択、製造方法

目標成果物の品目に対して、その特定の用途・使用条件を実現するために、加工機能を選択することとする。加工機能には適合条件と呼ばれる、用途・使用条件に対応する属性値が指定されたときにどの加工機能が選択されるかを決定するための条件が設定されている。属性値が指定されたときに、その条件に適合する加工機能が選択され、用途・使用条件を満たす目標成果物が産出される。

製造方法は、加工機能の連鎖である。よって、ある品目群に対して属性が指定されると、その目標とする品目を製造するのに必要な一連の加工機能の組み合わせがその条件に応じて選択されることになる(図 5)。

つまり、従来の技術データのように、若干仕様が変わっているという理由で新たな品目名を与える必要はなく、その品目群に対する属性の組み合わせとして表現すれば良いだけになる。

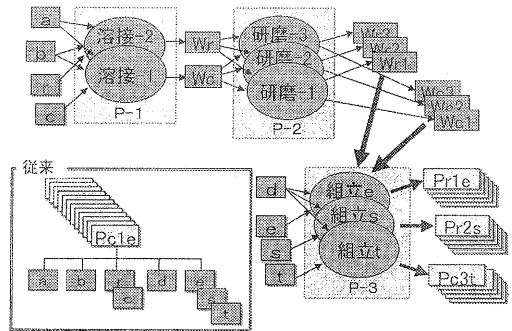


図 5 製造方法

3.5. データ構造

(1) 構成概念

SPBOM の概念モデルのデータ構造を図 6 に示す。この図からもわかるように SPBOM では、加工対象である製品群や中間品は加工資源の一種であり、また、設備、スキル、治工具といった加工手段も加工資源の一種としている。

また、用途属性種は観測された概念として、そして用途属性値は観測された値として示されるものである。

群製造方法と群加工機能は関連する製品群に対応する群共通の情報として管理され、個別の製品の情報は導出された製造方法と加工機能により構成される。

群加工機能は実現する用途属性種を記述し、加工機能は実現する用途属性値を記述している。また、加工機能には、次に示すものが関連付けられる。

- ・投入される品目
- ・使用される設備、治工具、など
- ・生産される品目
- ・適合する用途・使用属性

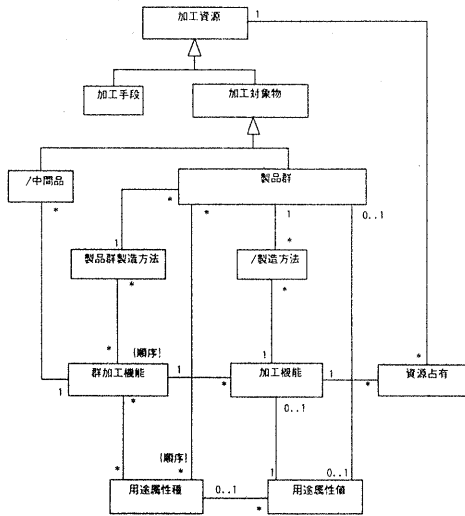


図6 SPBOM の概念オブジェクトモデル

(2) 品目検索

製品の部品構成や部品の使用状況を調べるために、部品展開という検索を行うことがよくある。ある品目について、それを構成する直接の子部品を導き出し、品目構成として展開する単層展開と、それを品目構成に沿って全ての構成を品目に展開する構造展開、そしてある品目について、それを構成する品目全てについて使用数の合計を求める総合展開などの正展開がある。また、これらを逆方向に行う逆展開のそれらがある。

SPBOMでは、現在、単層展開と構造展開の正展開と逆展開が実装されている。

SPBOMでは、品目構成は、品目に関連された、投入品目の定義された加工機能の連鎖から表現されており、それぞれがオブジェクトとして実装され関連付けがされている。そのため、部品展開を行うときは、対象とする品目の関連を追っていくだけで、その品目を構成する品目を検索することができ、その実装は容易である。

3.6. 類似品管理

SPBOMでは、類似した品目を品目群として一つのグループにまとめて管理している。類似した品目とは、色、サイズが違う、構成する部品の一部が異なるなど、一部の仕様が異なるだけの似通った製品または部品をまとめたものである。

類似品のデータの持ち方に関して、品目群には対象とする品目に共通な技術データを設定することにしている。そして、それを継承して個別の

品目毎に固有のデータを設定することで、個々の品目に関する技術データを導出している。これにより、設計変更のとき、品目群に共通な部分の変更は、群に対する変更として一括して処理することが可能になる。

また、類似した品目を検索するとき、従来の部品表では、親子関係により品目構造を表現しているため、構成の一部が違うと親品目に別の品目名を与えなければならず、品目の名前にパターンを見出さない限り、類似品であることを判断するのは難しい問題であった。しかし、SPBOMでは、検索したい品目の仕様(属性)の中で分っているものについて値を指定して検索することで、指定された属性種と属性値の組をもつ品目が検索され、類似品検索を容易に行うことができる。

4. アプリケーション分野

SPBOMは、クライアント/サーバーアーキテクチャに基づき設計されており、SPBOM自身が技術データサーバとして働き、その上に永続化されたオブジェクト化されている技術データを、それを利用するアプリケーションがクライアントとしてアクセスする形をとっている。これにより、ユーザは実装機に依存しない計算機に跨ったSPBOMを使ったシステムの開発、構築が可能となっている。

以下に、オブジェクト指向技術を使って、部品表と製造手順表を統合し、品目と加工の群管理を行う技術データ管理システム:SPBOMを利用した想定されるアプリケーションの分野を示す。

(1) 群生産アプリケーション

これは、2章で論じたような日本型マスタ・カスタマイゼーションの生産方式を目標とするアプリケーションである。これには、顧客オーダーに対してリアルタイムで納期回答と供給の保証を行う「座席予約」や、日程調整と所要量計画を組み合わせる実行可能な製造計画を作成するスケジューラ:APS(Advanced Planning & Scheduling)に仕様調整もできる製造の仕組みを加えたAPSなどがある。

(2) 群販売/サービスアプリケーション

販売員が、顧客の要求を聞き出し適切な仕様の製品を選ぶ、オプション部品を追加するなど、製品構成の選択を行い提案するシステム、また工数見積りや納期見積りのシステムなどが考えられる。

(3) 群開発アプリケーション

類似品検索機能を使うことで、製造する際に、既存の開発部品の再利用や設備などの資源の再利用可能な製品開発を行うシステムが考えられる。

5. おわりに

技術データは、製造業企業において非常に重要な役割をもつ情報である。オブジェクト指向技術を利用することで、この技術データを素朴に表現し、また技術データの再利用を可能にした。そして、品目群の概念を導入することで、類似性を扱うことが可能になり、共通性、類似性の基準を加工プロセスに置いたマス・カスタマイゼーションのサポートを可能にする技術データ管理システムを構築することができた。

SPBOM の開発においては、オブジェクト指向の形式主義的な体系化された言語、アーキテクチャ、方法を利用することで、開発効率が上がり、チーム内の連携を正確に、そしてスムーズに行えた。そして、技術データのモデル化において、技術データに要求される要件を適切にモデル化することもできた。

ただ、OODB に関して、リレーショナルデータベース(RDB)に比べると一般にリリースされている製品の数が少ない。今後、オブジェクト指向によるシステムでは、OODB が積極的に組み込まれることを望む。

参考文献

- [1] 「SPBOM 解説書」, MASP コンソーシアム, 1998
- [2] 「製造業の新アーキテクチャ開発/研究会報告書」, MASP コンソーシアム研究会, 1999
- [3] Perdita Stevens with Rob Pooley, *Using UML: Software Engineering with Objects and Components*, Addison Wesley, 1999. 児玉公信(監訳), 「オブジェクト指向とコンポーネントによるソフトウェア工学 -UMLを使って-」, ビアソン・エデュケーション, 2000
- [4] 手島歩三, 「データ構造と生産管理方式」, MASP 研究会配布資料, 1999
- [5] 「オブジェクト指向の基本概念」, <http://www.ogis-ri.co.jp/otc/hiroba/technical/concept.html>, 2000
- [6] 平野裕之(編著), 「図説 MRP 用語 500 選」, 日刊工業新聞社, 1999
- [7] 児玉公信, 「SPBOM の紹介」, SPBOM 紹介資料, 2000
- [8] 星野誠三, 「製造業の新アーキテクチャ開発 MASP」, 精密工学会発表資料, 1999

- [9] Fowler, M., *Analysis Patterns: Reusable Objects Models*. Reading, MA: Addison-Wesley, 1997. 児玉公信ら(訳), 「アナリシスパターン」, アジソン・ウェスレイ・パブリッシャーズ・ジャパン, 1998