

# 少量多品種型生産管理システムの一般モデル CHARM の提案

児玉 公信<sup>†1,†2</sup> 水野 忠則<sup>†2</sup>

本論文は、生産管理領域の概念データモデル「CHARM (Cross Hierarchical Account Resource Model)」を提案する。本モデルは「勘定パターン」を骨格としており、会計領域で培われたベストプラクティスを生産管理領域にもたらす。これによって、未来在庫の把握および生産座席予約を合理的に扱うことができ、近年の日本の製造業における個別受注生産の比率の高まりにともなうさまざまな課題、すなわち製番に基づく生産計画、製品の個体管理、上流工程でまとめ作りした材料の引当て、原料から製品までのトレーサビリティの確保を実現できる。

## A General Model of a Production Management System in Low Volume Production of a Wide Variety of Products: Proposal of CHARM

KIMINOBU KODAMA<sup>†1,†2</sup> and TADANORI MIZUNO<sup>†2</sup>

This paper proposes a new general model of the production management domain, the CHARM (Cross Hierarchical Account Resource Model). This model is based on the Account pattern. Inherent in the pattern are the best practices of the accounting field as applied to the manufacturing management area, enabling us to treat the inventory of the future and production seat booking reasonably. Therefore we can solve problems caused by the rise of the ratio of build-to-order in recent Japanese manufacturing. The problems primarily involve production planning, individual product management, manufacturing with accumulation in the upstream process, and ensuring the traceability from raw materials to products related to the seiban (manufacturing number).

### 1. はじめに

近年の製造業の生産形態は、変種・変量生産、個別受注生産が中心になりつつあるが、生産管理システムは、1960年代に考えられた、規格品の見込みによる大量生産のパラダイム、すなわち MRP (Material Requirements Planning, あるいは Manufacturing Resources Planning) システムがいまだに主流となっている。その大きな理由は、MRP方式に代わる適当なパラダイムが存在しないためである。

一般に、個別受注生産のためには、製造番号と呼ぶ製品ごとの識別に対して、部品の引当て、製造指示、進度管理、変更管理を行う必要がある(「製番方式」と呼ぶ)。製番方式は、このほかに、製品に不具合が発生したときの原因調査や環境有害物質のトレーサビリ

ティを確保する場合にも有効である。しかし、上流工程では、原価削減と工期(リードタイム)短縮のために、見込みによるまとめ生産を行う場合もあって、これと製番方式とを合理的に統合することは難しいとされる。

近年、APS (Advanced Planning and Scheduling) と呼ばれる高速の生産スケジューラが先進的な企業において部分的に適用されてきた。狭義の APS は、投入された生産計画に対して、実行可能なスケジュールを作成する機能を指す。これは、MRPの課題を一部解決しているが、個別受注生産において必要となる引当て管理や部品の個体管理などについては対応できていない。現在、APSの概念はさらに拡張され、スケジューリング機能を中心とする変種・変量生産、最適調達管理(SCM; Supply Chain Management)、環境有害物質のトレースなどを含む大きなものとなっている<sup>1)</sup>。これはMRPに代わる新しい「ものづくり」のパラダイムとなりうるものである。

本論文では、この広義のAPS実現の基礎となる、引当て管理および個体管理を可能とする生産管理方式の

†1 株式会社エクサ  
EXA Corporation

†2 静岡大学創造科学技術大学院  
Graduate School of Science and Technology, Shizuoka  
University

概念モデルを提案し、特に個別受注生産と上流工程でのまとめ生産とを連携するための生産座席予約の手法について検討する。

2. これまでの生産管理の概念モデル

2.1 概念モデルの位置づけと表記法

本論文で提案する概念モデルは、オブジェクト指向に基づいてシステムの静的側面を記述するドメインモデル<sup>2),3)</sup>である。表記には ISO 19501 (UML) のクラス図を用いる。ただし、図のクラスシンボルは、プログラミング言語でいうクラスまたはデータベースの表として実装されることを必ずしも意図しない、概念を表す“型”とする。正式には《type》としてステレオタイプ化すべきであるが、すべてが“型”であるのでこれを省略する。

多重度表記のない場合は 1 と解釈される。文中で“型”を指すときは、カギ括弧(「」)で括ってそれを明示する。インスタンスの表記は UML にならって、識別:型のように表す。

2.2 MRP システムの概念モデル

MRP システムとは、一般に、基準生産計画 (MPS; Master Production Schedule) を立て、それを正味所要量展開した結果を、あらかじめ規定されたタイムバケットごとの工程能力 (capacity) に割り付ける一連の処理を指す。タイムバケットの時間はシステム全体で固定されており、各工程の生産能力がバランスしていなければ、生産性の良い工程作業ほど手待ち時間ができ、全体工期を間延びさせる<sup>4)</sup>。

文献 5) から導出した MRP システムの概念モデルを図 1 に示す。図中の「品目」、「品目構成」、「工程手順」、「ワークセンタ」の各型は“マスタファイル”と呼ばれ、所要量展開する際に参照される知識データである。

このモデルの基本構造は、完成品の生産に必要な投入品、さらにその投入品の生産に必要な投入品、というように投入品の必要量を再帰的に持つ階層構造である。これは「品目構成」の単位あたりの所要量を基に、「基準生産計画」の要求量に合わせて、投入品の所要量を計算し、工程ごと、タイムバケットごとに「製造オーダー」を生成することで得られる。「作業明細」は「製造オーダー」の内部手順を記述する型であり、「ワークセンタ」に対応づけられる。

このモデルでは、“もの”は個体、すなわち 1 つ 1 つの存在としては扱われず、カテゴリ (名目) としての「品目」数の増減として認識される。

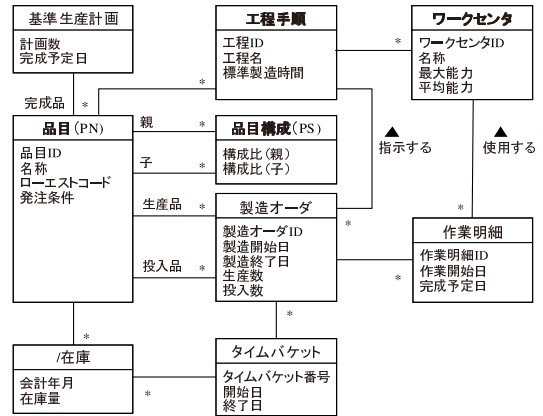


図 1 典型的な MRP システムの概念モデル  
Fig.1 Typical conceptual mode of MRP system.

2.3 MRP システムの課題

MRP システムは、見込み大量生産が可能なビジネスでは依然有効であり、多くの製造業で成果をあげてきた。しかし、タイムバケットの時間を固定するやり方は、個別受注生産の製造プロセスの変異性を吸収できないうえに、工期の間延びは個別受注生産では大きな問題である。現場の実力を活かして、スループットを最大化しようとしても、システム全体でタイムバケットの時間を固定する方法では十分でないことが知られている<sup>6)</sup>。

特に、少量の個別仕様製品の製造指示や納入指示、注文変更への細かい対応、個体管理、トレーサビリティの確保などを通常の MRP システムで行うことは、事実上困難となっている。

3. 新しい概念モデル

本論文では、こうした課題に対応するための新しい生産管理システムの概念モデル、CHARM (Cross Hierarchical Account Resource Model) を提案する。

3.1 モデリングの前提

本モデルでは、当該ドメインで使われるデータを知識レベルと操作レベルに分離したうえで、後者のみを記述する。これによって、生産管理の関心と基本情報管理の関心とを分離することにより、純粋に生産管理の議論に集中できる。

3.1.1 知識レベル

知識レベルとは、操作レベルのインスタンス (オブジェクト) の生成を制約するルールを記述した一種のメタモデルである。一般に、生成ルールの記述方法には、生成を許す条件をデータとして羅列するものと、論理式として記述するものがある。前者は“マスタ

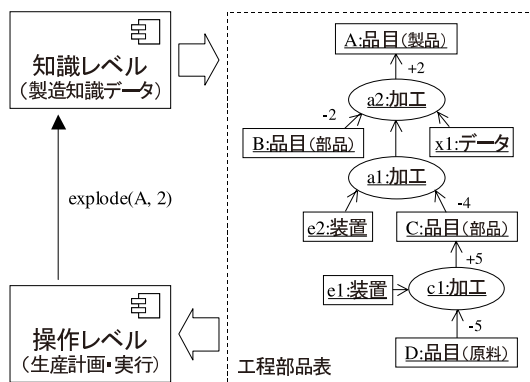


図 2 知識レベルから工程部品表を受け取る

Fig. 2 Receiving the Bill-of-Manufacturing from the Knowledge Level.

ファイル”と呼ばれ、マスタファイルにない品目は存在させないという方針でインスタンスの生成を制約する。MRP システムでいう基本情報はこれにあたる。

後者は、一般にはプログラムロジックとして実装されるが、Fowler<sup>7)</sup>は、これを“べき型 (power type)”からなる型の構造で記述することを提案した。これによって、複雑で変更の多いルールを操作レベルから分離できる。その振舞いは、操作レベルからの要求に応じて、知識レベルで図 2 のような工程部品表 (Bill of Manufacturing) をそのつど生成して受け渡す。これによって、マスタファイル方式では保守できないほどデータが肥大化するという課題が解決される。

この知識レベルのモデルと実装例は、文献 8) および 9) で述べられており、2 度と同じものは作らないという工作機械などの製造業で実用化されている<sup>10)</sup>。

工程部品表は、加工および組立のプロセスを連続することによって製造手順を表し、それらの作業に投入される品目 (投入品)、産出される品目 (生産品) を記述することで、プロセスと品目構成を一体化して表現したものである。投入品はそれ自身を生産する工程部品表を持つということを再帰的に繰り返すので、工程部品表は全体として木構造になる。さらに、各加工の所要時間、使用する装置、図面、運転変数など、製造実施に必要なすべての情報が記述されている。ただし、開始時刻などのスケジュール情報は設定されていない。投入品も現物が引き当てられていない名目である。

### 3.1.2 操作レベル

一方、操作レベルは、ライフサイクルを持つ現物に対応するオブジェクトを扱うトランザクション処理の層である。たとえば、生産計画を立てる場合、知識レベルから工程部品表を受け取って、それを生産品から投入品に (下流から上流へ) 向かって参照していく。

まず、生産計画で指定された仕様と納期を満たす品目 (製品) の在庫品を、予定も含めて調べ、該当する現物があればそれを引き当てて、不要となった部分の工程部品表を枝刈りする。在庫品がなければ、それを製造する部分の工程部品表を使って、その加工作業で使用する装置の空き具合を見て開始日時をずらす。さらにそこで消費する品目 (部品) の在庫品を調べる。これを再帰的に繰り返す。こうして、生産計画ごとに実行計画表を作成する。これができあがると、先の工程部品表は不要となる。この実行計画表を基に、製造指示を発行し、それに対応する実績を付け込むことで“もの”の動きを管理する。

MRP システムのモデルでは、知識レベルのデータを分離するという考え方はない。その理由は、生産する製品が多くは同じ“もの”であるという仮定に基づく。その場合、生産計画ごとに動的に工程部品表を生成しなくても、マスタファイルを“参照”するだけでよい。しかし、生産される製品がほぼつねに異なる“もの”であると認識するならば、あらかじめ生産する可能性のあるすべての基本情報を列挙して持っておくよりも、生産計画ごとに基本情報を動的に取り出して、これを基に実行計画表を生成するほうが有効である。反面、操作レベルで保持するデータ量が増えることになるが、近年の製造業の生産形態に対しては、これがふさわしいと考える。

## 3.2 CHARM の基本構造

本論文で提案するモデルを図 3 および図 4 に示す。本モデルは「勘定パターン」<sup>7),11)</sup>をその骨格とする。

### 3.2.1 勘定パターン

勘定パターンは、会計仕訳を記述するソフトウェアパターンであり、ほとんどの会計システムにおいて何らかの形で使われている。図 5 は要約勘定パターンである。このうち、「取引 (Transaction)」、「移動 (Entry)」、「(明細) 勘定 (Account)」の 3 つの型からなる部分を勘定パターンと呼ぶ。「取引」は会計取引が発生した事象を記述し、「移動」はその取引で移動する金額を記述し、それを移動元または移動先の「勘定」に関連づけるという複式簿記における会計取引ごとの仕訳を表す。Fowler<sup>7)</sup>の方法では、移動の方向を金額の正負で表現し、それらの合計がゼロになることで、貸借が一致することを保証する。

「勘定」は木構造の勘定体系を持っている。これを Composite パターン<sup>12)</sup>で表現し、葉を「明細勘定」として勘定パターンと重ね合わせたものが要約勘定パターンである。これによって、明細勘定の残高がロールアップされて上位の勘定に繰り込まれ、総勘定元帳



て、調達指示、製造指示を行う。このような計画を、予定の「取引」として扱い、実績の「取引」とを対応づけて記録する。

計画と実績の部分は、Fowler<sup>7)</sup>の「計画パターン」を用いて表現する。モデル図では、煩雑にならないように「取引」型を《予定・実績》としてステレオタイプ化し、その定義を図4に示した。これは、「予定」、「実績」、「中止」からなる。これによって、予定なしの実績、実績なしの予定の「取引」を扱う。在庫量を導出する場合は、過去については実績の「取引」にリンクする「移動」を用い、未来については予定の「取引」にリンクする「移動」を用いる。

### 3.2.5 「資源」の汎化構造

CHARMでは、「保有」を「品目」と「位置」の関連ではなく、「資源」と「位置」の関連として扱う。「資源」は「品目」だけでなく、「装置」、「治工具」、「データ」を含めて汎化したものである。ここで、「治工具」とは金型や容器などを、「データ」とは作業マニュアル、図面、NCプログラムなどを指す。

「資源」はさまざまな「属性種」を持っている。たとえば、「品目」では長さや色などの仕様の型、「装置」や「治工具」では能力の型 (capability)、「データ」では作業条件の型などである。

このように汎化することで、「製造取引」に参加するあらゆる資源の引当て可能性 (availability) の時間変化を「移動」と「資源保有」の構造によって一律に扱える。また、保守作業のために「資源」を一定時間、引当て不能とする「保守取引」も同様に表現できる。

「品目」の引当て可能性とは、ある未来の時点における残数量 (未来在庫) であり、「装置」や「治工具」の引当て可能性残量とはある時点における非占有率である。共有できない「装置」では、占有率は0か1であり、共有する「装置」では、0から1までの範囲をとる。「データ」は共有可能なので残量の管理は不要であるが、参照の実績を記録する意味がある。

汎化された「資源」が動的分類になっている理由は、同じ「もの」が、ある取引では「品目」として、別の取引では「治工具」として役割を変えられることを許すためである。これによって、たとえば、製品を作ってそれを別の場面では治工具として使う、あるいは図面を描いてそれを別の場面で参照するといった状況に対応できる。

### 3.2.6 資源保有の階層構造

「資源保有」は、葉を「個体」とし、節を「群体」とする木構造である。要約勘定パターンでは、取引に関わる「移動」を葉に関連づけていたが、CHARMで

は、抽象型である「資源保有」に関連づけている。これは、個体を曖昧なものとして扱いたいためである。個体と思っていたのに、それを使う時点で分解されて複数の新たな個体になるという事態はよくある。

「資源保有」の階層は在庫の管理水準の階層に相当する。木構造の根 (root) は品目、すなわち名目による数量管理のレベルであり、末端に行くに従って、ロット、個体管理と細分化されていき、現物に対応づけられる。ロットであっても荷解き、分解などによって部分使用しない限りは個体として扱い、部分使用することが分かった時点で、それを「群体」に動的分類して、新しい「個体」を生成する。こうすることで、製造取引によって変化する個体の管理が可能となる。

個々の「資源保有」オブジェクトは「資源」の「属性種」に対応した「属性値」を持つ。たとえば、「品目」では10メートル、白などの仕様の値、「装置」や「治工具」では能力の値 (capacity)、「データ」では記述精度などである。「属性種」と「属性値」の構造は、Fowler<sup>7)</sup>の「観測パターン」による。

なお、取引を記録するために、「資源保有」オブジェクトは、どのレベルであれ、1つの階層木に1つ以上必要である。取引を記録する時点で当該の「資源保有」オブジェクトが存在しないときは、それを生成する。

### 3.2.7 「移動」「資源保有」関連の多重度

CHARMは、「移動」から「資源保有」への多重度を本来の“1”から“1..\*”に拡張している。品目のような名目の場合は“1”となるが、個体や群体などの現物を扱う場合は“1..\*”となるためである。

## 3.3 CHARMの振舞い

オブジェクト図を用いて、CHARMがどのように動作するかを述べる。

### 3.3.1 生産計画の作成

1つの「生産計画」は、最終製品を生産する「製造取引」のインスタンスを根として、上流工程に向かって複数の「製造取引」が扇形に広がった木構造となる。各「製造取引」には予定の開始日時と終了日時が設定され、その作業で投入される「資源保有」の「移動」、産出される「資源保有」の「移動」、使用する「装置」などが設定されている。これは、WBS (Work Breakdown Structure) であり、1つの生産計画が1つのプロジェクトとして扱われることを意味する。工場では複数のプロジェクトが、資源を同時使用しないという制限の下で、同時に動いていると見ることができる。

図6は生産計画のオブジェクト図の例である。図6aの旧来の品目構成を想定して、品目Aを2個作る生産計画を立てるものとする。ここで、A:品目および

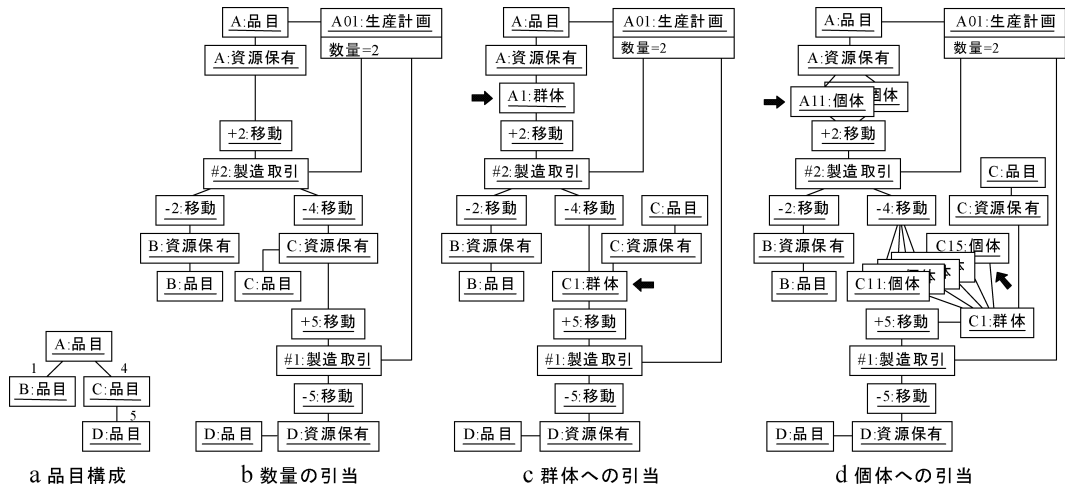


図 6 在庫の管理水準によって異なる引当て形式

Fig. 6 The difference of the assignment by different levels of inventory management policy.

C:品目 を、数量管理、ロット（群体）管理、個体管理とする 3 つのケースで引当て形式の違いを、それぞれ図 6b～d に示す。「資源保有」の下位型のインスタンスが段階的に付け加えられていくのが分かる。図 6d では、個体を識別しているものの、製品（A11:個体、A12:個体）と部品（C11:個体～C14:個体）との対応関係は厳密でない。これを厳密に行う場合は、製造取引を分ければよい。このように、必要な管理レベルに合わせて、柔軟に引当て管理を記述できる。

### 3.3.2 未来在庫量の導出

少量多品種生産の製造業では、なるべく実在庫を保有しないで、計画に対しては未来在庫を引き当てたい。または未来のマイナス在庫に対する穴埋めの生産を指示したい。そこで、ある品目のある時点における「資源保有」の残数量を、それを参照するたびに導出することにする。実績も予定も、生産の進捗によってつねに変動し、流動的だからである。

残数量の導出は、原理的には、指定された「資源保有」およびその下の階層のオブジェクトにリンクされている「移動」の集合と、現時点から指定された時点までの完了日時を持つ「取引」からリンクされている「移動」の集合とで積集合をとり、それらの移動数量を累計することで行う。

この計算をできるだけ高速に行うために、累積対象となる「移動」オブジェクトの集合をすばやく絞り込む機能が必要である。CHARM の実装例においても、この在庫量の導出操作が、生産計画の登録処理で最も負荷の高い操作になっている。このための工夫として、1 つの「移動」オブジェクトが複数の「資源保有」オブジェクトにリンクできるようにして、「移動」オブジェ

クトの数を減らせるようにする。この状況を図 6d に示した。また、期（たとえば 1 週間）ごとに在庫量を計算して記録しておき、残数量を要求されたとき、その値とその期以降に計上された「取引」にリンクする「移動」だけを扱うようにする。「取引」には、取引終了日時と計上日時を両方が記録されるが、これによって期を設けた場合の在庫量の遡及修正が合理的に扱える。これは会計領域での有用なプラクティスである。

### 3.3.3 品目属性と資源保有のライフサイクル

会計の文脈では、「勘定」が安定的かつ半永久的に存続すると考えられている。しかし、生産管理の文脈では、バリエーションの多い品目を扱う業種や、製品の進化によって 2 度と同じものを作らないビジネスにおいて、「資源保有」のインスタンス数が膨大になるだけでなく、それらの寿命も短い。そのため、その改廃を適宜実施しないと、使われないオブジェクト群（「取引」、「移動」、「資源保有」）が沈殿してシステム全体のパフォーマンスを低下させる。

一方で、製品トラブル時の問題追跡のために、実績データを一定期間保存しておく必要がある。これを両立させるために、実在しなくなった「もの」に関わるオブジェクト群については、過去データを保管する別の領域、たとえばデータウェアハウスに export する。

## 4. 生産座席予約による中間品の引当て

生産座席予約とは、一般に、工場が営業に対してロット単位の生産計画（未来在庫）を公開し、営業が注文を動的に引き当てることで納期保証する手法である<sup>13)</sup>。これは、乗客が列車の便を決めて指定席を購入したり、空きの席がなければ別の便に替えたりすると



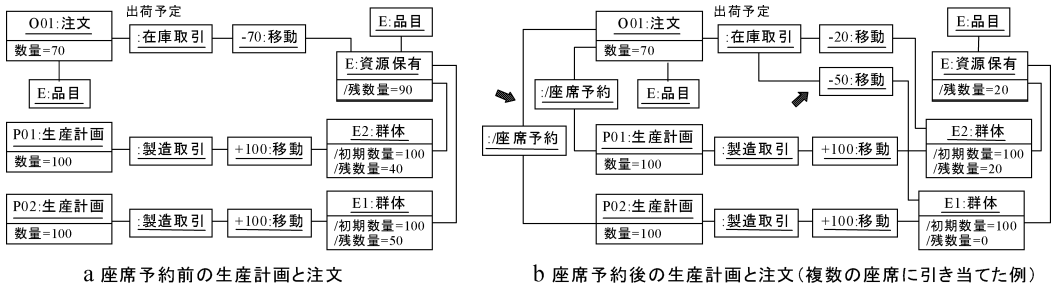


図 7 注文と生産計画の「座席予約」

Fig. 7 The seat booking of customer order and production plan.

いうことと、注文を生産計画に引き当てることの類似性に着目したメタファである。図 3 のモデルを吟味しながら、上流工程のロットとの引当ての方法として、生産座席予約をとらえ直してみる。

#### 4.1 最終製品計画への座席予約

図 7a のオブジェクト図は、次のような状況を記述している。品目 E を 100 個作る群体レベルの「生産計画」オブジェクトが前もって 2 つある (P01:生産計画, P02:生産計画)。そこに品目 E の O01:注文が入ってきた。注文数は 70 個であり、その希望納期における E:資源保有 の在庫量は 90 個なので、引当て可能である。よって、希望納期から出荷リードタイムを引いた日時に完了するような :在庫取引 と  $-70$ :移動 を生成し、E:資源保有 にリンクして受注する。この段階では、未来在庫量は減ったが、具体的にどの現物を引き当てるかは決定していない状態である。

次に現物の引当てを行う。これは、図 7b に示すように、 $-70$ :移動 から E:資源保有 へのリンクをいったん外して、その下位の E2:群体, E1:群体 を探してつなぎ替えることで完成する。どのようにつなぎ替えるかについては、たとえば、古い現物から順に引き当てるなどの基準を定めておく。ここでは、群体ごとの残数量を最小化する基準に基づいて、E1:群体 に対して  $-50$  個, E2:群体 に対して  $-20$  個の「移動」オブジェクトを 2 つ作ってリンクした。

座席予約状況は、E1:群体 および E2:群体 を産出するそれぞれの「移動」オブジェクトをたどって得られる P01:生産計画 と P02:生産計画 に対して、O01:注文 が引き当たっていることを表す「/座席予約」オブジェクトを生成することで表現する。これが座席予約の意味である。

#### 4.2 中間品への座席予約

最終製品ではなく、共通性の高い上流工程の中間品への引当て関係が、注文との関係として把握できれば、生産変動による影響の見極めが、より早くかつ容易に

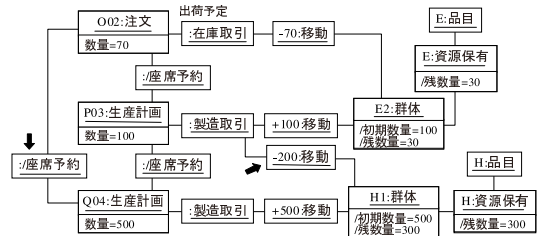


図 8 中間品への生産座席予約  
Fig. 8 Seat booking of intermediate products.

なる。

図 8 は、2 段階下流の生産計画が、上流の中間品である品目 H に座席予約する例である。これは最終製品の座席予約と同様に、1 つ下流の :製造取引 の  $-200$ :移動 から H:資源保有 へのリンクを外して、H1:群体 を探してつなぎ替えることで群体への引当てが完成する。つまり、もう 1 段階座席予約を繰り返す。座席予約の状況は、Q04:生産計画 に対する O02:注文 の占有率を計算して表示すればよい。

以上から、これまで生産座席予約と見ていたものは、引当て可能な (未来の) 群体を探して、「移動」オブジェクトをつなぎ替える操作であり、個体までを特定しない「ゆるい」引当てのことであることが分かった。それを注文と生産計画の引当て関係、または生産計画間の引当て関係として見せることで、直感的理解を助ける。「ゆるい」引当てとする理由は、未来の現物への引当ては、既存の現物の引当てとは異なり、生産計画の実行状況に大きく依存する不確定さによる。

### 5. おわりに

少量多品種、個別受注生産の割合が高い製造業向けの生産管理の一般モデル CHARM を提案した。これによって、製品から原料までのトレーサビリティを確保でき、「もの」の引当てを数量管理から個体管理まで統合的に扱える。特に、「もの」の一部を切り取って

使うことを合理的に表現でき、これによって上流工程でのまとめ生産と連携できる。

このモデルを検討することを通して、生産座席予約とは、注文を予定の現物ロットに引き当てることであり、その引当て状況を品目の生産計画との対応関係で表現して、生産進捗と納期を管理する手法であると分かった。

CHARM は、現在、資源を汎化しない品目保有を3段階で扱うレベルで実装され、数社において実稼働している<sup>14)</sup>。ある石油化学製品の工場では、生産変動の多いプロセスと組み立ての混合工程において、それまでベテランが立てていた生産計画を、中間品の未来在庫に引き当てることで、若手でも対応できるようになった。また、中間品の個体管理によって、実在庫管理の水準も向上し、滞留在庫が激減した。ある金属加工製品の工場では、いくつかの工程の中間品を注文に合わせて切断して使うが、それらを多段階で座席予約することで納期を管理しながら、個別受注品と見込み品の混合生産を可能とした。また、各工程ごとの投入品と産出品を個体管理して、完全なトレーサビリティを確保した。

CHARM は生産管理の一般モデルの一例にすぎない。今後、このようなドメインごとの一般モデルの議論が進むことで、より有効なビジネスおよび情報システムの実現につながることを期待したい。

### 参 考 文 献

- 1) PSLX コンソーシアム：APS の基本アーキテクチャーとシステム実装技術 (2004).  
<http://www.pslx.org/jp/doc/WP-01-P02.pdf>
- 2) 伊藤 潔ほか (編)：ドメイン分析・モデリング、共立出版 (1996).
- 3) Evans, E.: *A Domain-Driven Design*, Addison Wesley, Reading, Massachusetts (2004).
- 4) 手島歩三：「気配り生産」システム, 日刊工業新聞社 (1994).
- 5) 隅田和行, 鳥羽 登：SE のための MRP, 日刊工業新聞社 (1995).
- 6) Goldratt, E.M.: *The Haystack Syndrome*, North River Press, Massachusetts (1990).
- 7) Fowler, M.: *Analysis Patterns*, Addison Wesley, Reading, Massachusetts (1997).
- 8) 児玉公信：技術データ構造と管理ツールの改革：SPBOM, 計測自動制御学会第 24 回システム工学会部研究会資料 (2001).
- 9) 児玉公信：EXA の SPBOM, よく分かる BOM, pp.169-186, 工業調査会, 東京 (2005).
- 10) 日経ものづくり：生産変更に負けない三菱重工の IT システム, 日経ものづくり, 9 月号, pp.123-127 (2006).
- 11) Hay, D.C.: *Data Model Patterns - Conventions of thought*, Dorset House, New York (1996).
- 12) Gamma, E., et al.: *Design Patterns*, Addison Wesley, Reading, Massachusetts (1995).
- 13) 田村隆善, 藤田精一：生産座席システムについての一考察, 経営システム, Vol.4, No.1, pp.5-13 (1994).
- 14) 仁井 明：柔軟性の高い生産管理システムによる製販連携と「個客」対応, 工場管理, 7 月号, pp.53-57 (2004).

(平成 19 年 5 月 8 日受付)

(平成 19 年 11 月 6 日採録)



児玉 公信 (正会員)

1978 年東京都立大学人文学部 (心理学専攻) 卒業。日本石油 (株)、北海道大学工学研究科受託研究員などを経て、1992 年 (株) エクサ入社。第 3 事業部担当部長。静岡大学創造科学技術大学院博士後期課程在学。技術士 (情報工学部門)。著書に『実践ファンクションポイント法』(JMAM), 『UML モデリングの本質』(日経 BP)。日本心理学会, 日本認知科学会, 日本人間工学会, ACM 各会員。



水野 忠則 (フェロー)

1945 年生。1969 年名古屋工業大学経営工学科卒業。同年三菱電機 (株) 入社。1993 年静岡大学工学部情報知識工学科教授。1996 年情報学部情報科学科教授。2006 年より創造科学技術大学院院長。工学博士。情報ネットワーク, モバイルコンピューティング, ユビキタスコンピューティングに関する研究に従事。著訳書として『コンピュータネットワーク』(日経 BP), 『モダンオペレーティングシステム』(ピアソン・エデュケーション) 等がある。電子情報通信学会, IEEE, ACM, Informatics Society 各会員。情報処理学会フェロー。