生産管理システム構築の動向

中 根 甚一郎 (早稲田大学 システム科学研究所)

1. はじめに

生産システムの構成要素を主として物を加工するための製造システム (Manufacturing Processes and Operations), 受注から生産, 出荷に至るまでの生産の計画と管理を行う生産管理システム (Production Management) および設計, 技術システム (Design and Engineering) の三つのサブシステムに分けることができよう。ここでは, このうち生産の計画と管理を行う生産管理システムを中心に CIM システム構築の観点から, その動向, 課題について概説する⁽¹⁾⁻⁽⁴⁾。

2. CIM 開発のための要件

生産システム改善, 改革の歴史は自動化への挑戦の歴史でもあった。生産の自動化により生産活動の効率は大きく向上してきたのである。そこでは, 仕事の単純化, 標準化, 専門化を推進することにより, 技術的, 経済的に自動化しやすい条件を作り上げ生産システムの自動化, 特に製造プロセスを中心にした自動化を図ってきた。このような生産システムの自動化は生産能力の拡大や生産性の飛躍的向上をもたらしたばかりでなく, 品質の向上, 安定にも大きく貢献してきたのである。

しかしながら最近の生産システムの自動化, すなわち CIM (Computer Integrated Manufacturing) とかトータル FA と言われているものは, 従来の生産自動化とは異なったねらいや期待がもたれている。すなわち, 企業競争上の優位性 (Competitive advantage) をフレキシビリティ (Flexibility with low cost) におき, これを実現するための方法として生産システムの自動化を考えているのである。いわゆる, 多種少量生産, 製品, 生産速度の変化, 変動, 受注生産化傾向へ対応, 即応し得る生産システムの実現を図るための

自動化である。CIM とかトータル FA とは, このような条件下での自動化なのである。従って, CIM は従来のような生産システムの一部分に対する自動化だけではなく, 少なくとも注文の取込み (オーダーエントリー) から生産, 出荷に至るまでのすべての製造活動を包含した統合化, 自動化された生産システムとして考えられているのである。

従って, 当然 CIM システムの構築, 導入はフレキシビリティで他に優位性を発揮できることを意図したものでなければならないし, またそのことが期待されているのである。そのためには多様な需要に対し受注から生産, 出荷までの総生産リードタイムの極少化を図ること, しかもそれをより効率的に行うことが必要である。CIM はその有力な手段や方向を示すものであり, 今後の生産システムへの挑戦課題である。将来の CIM システムの実現は, それぞれの顧客要求を満たす効率的生産を可能にする道を招き, 製品, 市場への自由な幅広い参入, 対応を可能にするだろう。

しかしながら前述したように, CIM システムの構築は物の加工を中心としたものだけでなく, それらを計画, 管理するシステムを含めた生産システム全体としてのシステム構築と統合化が必要不可欠であり, 統合システムとしての対象は製造部門だけでなく, 設計, 開発, 物流, 販売業務にまで関連するすべての製造活動を包含したものでなければならないであろう。従って, CIM システム構築はとりもなおさず生産システムを広く製造活動を全体としてとらえたトータルな統合システム (Integrated manufacturing system) の構築でもある。

3. 従来の生産管理システム

生産管理システムの統合化, 自動化はコンピュータの利用技術向上と共に進んできてはいるが, まだ問題も多い。今後 CIM 化の主な対象となるであろう個別生産 (一品料理生産) を例にとり, そこでの典型的な

Production Management in CIM. By Jinichiro Nakane,
Non-member (Waseda University).

図 1 個別生産での製番方式

生産管理方式を概説してみよう。

いま、図 1 において t_1 時点に注文 X が、 t_2 に注文 Y が、 t_3 に注文 Z が入ってきたとしよう。 X, Y, Z のそれぞれに対し設計、資材手配、生産日程が設定される。従来この種の工場では X, Y, Z が、あたかもそれぞれ独立に工場に投入されたかみなして計画を作成する。構成部品や資材についても注文 X に対してだけ (Y, Z に対してだけ) の手配計画が行われる。

このあとの管理および種々の変更に対する計画修正も X, Y, Z それぞれ独立に行われる。この場合、計画、管理のキーは注文 X, Y, Z である。従って、この X, Y, Z に対し工場としての製造番号を付ける。以降すべての計画・管理活動はこの製造番号をキーにして行う。これがいわゆる製番方式と呼ばれる生産管理方式の原型である。

個別生産に対する生産管理方式として、製番方式にはそれなりの必然性と意義をもつと思われるが、幾つかの重大な問題点を内在しているのである。

第 1 の問題点の根源は、製番方式での生産計画を製番ごとに独立なものとみなして計画することにある。本来、ある製番の生産日程は他の製番のそれと兼合いのうで決まってくるはずであり、他製番のものも含めたうえでの生産能力計画およびその管理が行わなければならない。個々の製番単位での計画・管理による方式では、これらを考慮することが難しい。

第 2 の問題点は、製番単位だけで仕事を消化 (仕様決定、設計、製造) しようとするため、製番間に対する横系列での検討がおろそかになり、工場全体としての仕事の標準化、部品資材の共通化、標準化が促進されない。

第 3 の問題は、製番方式ではすべての生産活動のキーが個々の製番であるため、たとえ仕事の内容や時期が同じであっても別々に管理することになるので、管理しなければならない仕事の種類や内容が増え間接仕事が増大になる。更にこの方式では、個々の製番 (注文) に対し、注文内容の変化、変更に応じ適宜、計画修正

を行い管理していくことを旨としている。しかし現実には変化、変更が頻発し、しかも他製番との関連がとれないため、計画修正の段階で実際の状況を反映できなくなり、“実行のための計画”が維持できない。そのため、一般には生産の計画を大、中、小日程の 3 段階に分け、大日程で中日程に対する大枠を、中日程で小日程に対する枠を押えようとするが、大、中、小日程間の関連 (インタフェース) がうまくとりきれないため、結局、計画的行動をフォーマルに行うことが困難になる。従って現実には、とりあえず計画を立てておき、あとの変化・変更への対応は各製造、資材調達部門の担当者にまかせてしまうというやり方になってしまう。この種の工場では、多くの仕事が製番単位、各部署単位の担当者にまかされているため、本当に何がどうなっているかが工場全体で誰にもわからず、また各担当部署、担当者間にあつれきが生じるため、何が本質の問題かが管理者にも明確にならない。

以上は典型的な一品料理生産での例であるが、一般に多種少量生産と言われている工場でも本質的にはこれと似たような生産管理形態になっている工場が多いと思われる。この種の工場での生産管理システムは、とりあえず大ざっぱにオーダーを出しておき、あとは督促により何とか注文に間に合せてしまうというやり方、すなわち人まかせの進行管理中心の Order Launching & Expediting 方式になっているのである。このように、Plan-Do-See の See 中心の対症療法的インフォーマルシステムを認めたうえで、生産管理システムの CIM 化を図ることは、ハードウェア (製造システム) の FA 化 (例えば FMS) を効率的に稼働させることも難しく、また CIM 化を総合的に展開させることもできないであろう。

4. MRP システムの登場

従来の生産管理の実態は、その時々状況に応じ督促により何とかやりくりし、注文に間に合せてしまうというやり方であった。このような方式は必然的にそれぞれの場での人々のインフォーマルな活動によって行われることになる。多くの場合、常に発生する問題を一つずつ消火作業的につぶして行くことになる。これを認めたうえでシステム化を図ろうとすると、多くの企業でみられるようにコンピュータを利用し、組立実施予定や資材納入予定に対し、品切れリストや督促リストを作成するということになる。しかし皮肉なことに、このような努力は更に督促主体の後始末生産管理を増長させることになり、インフォーマルシステムをますますはびこらせることになってしまう。

このような状況をそのままにして、計画主導形のフォーマルなシステム運営を必要とするトータル FA、CIM の実現は不可能であり、しかも CIM の重要なねらいである顧客要求や需要に対する素早い対応、すなわちフレキシビリティで優位性を発揮することもできない。生産システム全体としての CIM 化を図るには、少なくとも従来のようなインフォーマルな後追い管理形の生産管理を脱却し、計画主導形の統合化システムを構築し、生産活動をフォーマルシステムとして運営できるようにする必要がある。

1973 年のオイルショックを境にして、多くの企業で生産管理方式の見直しが始まった。これまでの高度成長時代の終えんと共に、従来の生産管理方式のもつ問題点が顕在化し始め、その抜本的改善の必要にせまられてきたのである。

生産管理方式改革の基本的方向にこれまでの“後追い管理”からの脱却である。つまり、消火作業主体の後始末形システムから計画主導形生産管理方式への転換である。

この段階での生産管理方式として、MRP システム(マテリアル・リクワイアメント・プランニング・システム、最近ではマニファクチュアリング・リソース・プランニング・システムと呼ばれている)が登場した。

本来、生産管理の機能は顧客からの要求に対し、ジャストインタイム(JIT)生産を達成するため、すべての製造、調達オーダーのいつ、いくら、を決め(プライオリティ計画)、これを実行し得るよう生産能力の手当てをし(キャパシティ計画)、計画どおり実施することである。

このような生産管理の基本機能を達成するため、MRP システム(MRPS)では二つの重要な概念を導入している。すなわち、一つは独立需要、従属需要という考え方であり、他はタイムフェイズされたタイムバケットによる計画、管理である。MRP システムの基本構造は、この二つの考え方を結合させ、生産システムの機能であるジャストインタイムを直截かつ明確な論理で達成しようとする仕組みになっている(図2)。

MRP システムでは独立需要、従属需要の考え方を積極的に利用し、独立需要品目(最終製品、ユニット、モジュール部品など)の必要量、必要時期は MPS(マスター・プロダクション・スケジュール: 基本生産日程計画)によって決める。すなわち、タイムフェイズされたタイムバケットに対し、顧客の要求を満たすよう生産計画(MPS)で計画対象品目(エンドアイテム)の所要を決める。これに対し、従属需要品目(構成部品、資材、治工具など)の必要量、必要時期(プライ

図2 MRP システムの基本構造

オリティ)は部品の構成レベル、リードタイムを考慮したうえで MPS から直接計算によりタイムフェイズされた各タイムバケットに対し求める。

プライオリティ計画でタイムバケットごとに所要量が決まるとこれを達成するために、ワークセンターごとに所要生産能力を算出する。この結果 MPS を達成するためには、どのワークセンターで、いつどれだけの仕事量を消化しなければならないかが明らかになり、必要な能力手当てを行うことができる。所要能力に対し、能力手当てが不可能な場合には MPS に戻って MPS 変更の可能性を検討する。言うまでもないが、キャパシティ計画の段階でもタイムフェイズされたタイムバケットに対し生産能力の計画が行われるのである。このようにして生成されたプライオリティおよびキャパシティ計画に基づき生産活動が実施(管理)される。

以下に、MRP システム(MRPS)の特徴をまとめておこう。

(1) 計画主導形システム MRPS の第1の特徴は MPS を常に唯一無二の計画の“要”として位置付け、生産活動を manage しようとする計画主導形のシステムにある。

(2) タイムフェイズされたタイムバケットによる統合計画、管理 MRPS ではプライオリティ、キャパシティの計画とそのあとの管理も、すべてタイムフェイズされたタイムバケットに対して行われる。

(3) 変化、変動への対応の一貫性 MRPS では、計画が実施に移された結果およびシステム内外の変化を常に MPS に反映させ、MPS の現実性、実現性を確保する仕組み(クロズドループ)になっている。これにより内外の変化、変動に対し計画的な一貫した対応が図られるようになっている。更に、MRPS はフォーマルなシステム(システムの透明度の高いシステム)であるため、将来起こり得る変化や意志決定

の結果を What-if 分析 (もし、こうなったら、あるいは、こういう手を打ったらどうなるか、を現実に稼働している MRPS を用いてシミュレートする) することが可能であり、変化、変動に対して事前に対処することが可能になる。

(4) 多種少量、個別生産に威力を発揮 タイムフェイズされたタイムバケットによる計画、管理を必要とする生産システムは生産品目、生産数量 (速度) に繰返し性が期待できないものがその対象としての必然性をもつ。その典型は個別受注生産 (1 品料理生産) であろう。MRPS はその基本構造からも明かなように、本来繰返し性の少ない多種少量生産とか個別生産色彩の強い生産形態向きなのである。

(5) システムの拡張性 最初、単なる資材所要量計画法として生まれてきた MRP はその後、統合生産管理システムとして開発され、更に最近では商品物流管理システムとして DRP (Distribution Requirements Planning) へ、また製造企業での経営管理システムとしての BRP (Business Resources Planning) システムへと展開されている。物の流れの管理システム (logistic system) の基本構造としての MRPS は製造企業での中核となる仕組みであり、これをベースにシステムの拡張を図って行くのは望ましい姿であろう。また、将来の CIM 化の核としても位置付けられよう。

以上のように MRPS は、ますます多様化、個別化する市場および変化の激しい環境下での製造企業における管理システムの中核をなすものとして、その適用、導入が更に推進されるであろう。

5. CIM システム開発のための問題解決の方向

ところで製造企業でのマネジメント・システムとして開発されてきた MRP システムは、これまでアメリカから導入されてきた IE, QC などとはやや異なるものである。すなわち、アメリカでの IE, QC などは生産性や品質を高めるための“技法”と“組織化”(管理制度) という部分から成り立っていた。従って、我々はこのうちの“技法”の部分を経営的に導入し、日本の土壌に合せて定着を図ってきた。これは TQC、小集団活動として花開いた。しかし、MRP システムはこれらと異なり、まさに“管理システム”の部分为主体であり、技法的部分に特徴があるわけではない。そのため、MRP システムを導入しようとするれば、マネジメントのための管理システムとして導入を図らねばならないはずである。

しかしながら、これまで日本での MRP システム導入状況をみると

(i) 従来からの生産方式、管理方式をそのままにしておき、MRP システムの技術的な部分であるレベルバイレベル展開とかロットまとめ、正味所要計算、オフセットなどのテクニックだけを適用しようとする。

(ii) MRP システムの生産情報処理システム面だけに着目し、情報処理システムとして導入を図ろうとする。従って、導入される MRP システムはますます精密、精巧になり、複雑な情報システムになって行く傾向がある。

(iii) MRP は生産活動における plan-do-see の plan (計画) の部分を充実させるところに特徴と導入の意義をもつものであるが、日本における MRP は製造現場での工程管理 (進行管理) や資材、外注納入管理など、正にオペレーショナルな see の部分を補うものとして適用される傾向がある。

このように、日本での MRP システム導入の傾向は、マネジメントのためのツールとしての管理システム、管理システムの革新としての MRP システムというよりも情報処理を中心にした技法としてとらえ、展開するきらいがある。しかも本来、総合生産管理システムとしての MRP は QC, JIT などとは異なり組織構成員全員を巻き込んで、ステップバイステップに現状から積上げて行く改善の進め方に不向きのため、しばしばその導入、定着に難航する。

これを解決し、総合生産管理システムとしての CIM 構築を正しく軌道に乗せて行くには、以下のような点に留意する必要がある。

(1) 帰納的アプローチから演えきのアプローチへの転換 統合システムとしての CIM の開発にあたっては、従来のような現状のシステムを部分的改善により積上げて行くやり方ではなく、顧客要求に対しジャストインタイムに生産を行うには、注文の取込みから生産、出荷までの一連の流れが、どうあったらもっとも望ましいかを徹底的に検討し、将来像として描きだしてみる。この際、描きだされる“あるべき姿”はかなり将来を見とおした思い切ったものでなければならぬし、当然、販売、製品開発、製品物流などの諸活動の改革との関連で描かれることになるであろう。将来像は現状の生産システムを分析することによって行われるのではなく、企業戦略に裏付けられた一つの意志と主張をもったものでなければならない。しかも、それは競争上の優位性を発揮し得るシステムとして推奨され得るものであり、総生産リードタイムの効率的

な極少化をねらったものでなければならない。こうした描きだされた全体像をもとに、これをどのように実現（実施）してゆくかを詰めて行く。

(2) 技法中心のシステム開発からコンセプト中心のシステム開発へ 前述したように、これまで多くの生産システムの改善、開発は手法、技法中心に展開されてきた。このため自動化のための自動化や、部分的、局所的システムの集まりとしてシステム化が図られてしまうきらいがあった。現状でも、しばしば技法に凝り固まった精巧、複雑(?)な局所的システムが見受けられる。

このような状況下で構築されるシステムは、統合システムとしての一貫性に欠け、主張のない部分最適化システムになり、かえってシステム全体の効率を悪くしてしまう場合も多い。開発意図の明確化とシステム構築に際しての基本的アプローチ（考え方、方法）を確立し、そのうえで CIM システムの枠組みを固めることである。

(3) ハード中心の志向からソフト中心の志向へ

いずれの生産システムであれ、生産システムの基本機能は顧客の要求するものを、要求するときに要求するだけ生産する（供給する）にある。この機能を達成するためには受注、設計、製造、供給の一連の流れをこの機能を忠実に実行できるように作り上げることである。そのためには、受注から生産、出荷あるいは供給までの（生産ロジスティック）の検討がまず第1に行われなければならない。つまり、広義の生産方式の検討である。生産方式の検討から物の加工を行うシステムキャタリスト（触媒）としての製造方式（製造設備、機器などのハードウェア）に対する要件が設定されてくる。ハードウェアの検討は、この要件を満たすように進められることが望ましい。従来の CIM 化はこれとは逆に、生産方式（受注から生産、出荷までの流れ、仕組み）のキャタリスト機能であるハードウェア（製造システム）が先行して設計されがちであった。同様なことは情報処理機器および情報処理ソフトウェアについて言える。そのため、設計される CIM システムは自動化のための自動化や、情報システムのための情報システムになり、生産システム本来の機能の達成や実現すべき目標（効果）が置きざりにされてしまう。本末転倒のシステム作りをするようになってしまったのである。

(4) 生産管理システムは“後追い管理”から脱却し計画主導形のシステムとして構築する 従来の生産管理システムの実態は、督促中心の進行管理・消火作業中心であった。このようなインフォーマルなシステムをそのままにしておいて CIM を構築することは不可能であり、またリードタイムの増大やコスト増を引き起こす。CIM の導入はおろか、フレキシビリティにも欠ける。ここから抜け出すためには従来の生産

管理の仕組みを根本的に変え、plan-do-see の see の中心のシステムから plan 重視のシステム、すなわち計画機能を充実し、計画主導形の生産管理システムに大きく仕組みを改革しなければならない。

(5) 構築されるシステムは、可能な限り“柔かい”システムにすること システム化とは仕組みや手続き、手順をルール化することでもある。自動化生産システムとしての CIM の開発に際し、システム化の度合をより細かく、密にして行けば行くほどシステムの運営に関与する人々の行動が規制され、自由度が奪われていくことになる。「あまり細かく行動を規制したり、指示したりするとそこで働く人々は意欲をなくしてしまい、しかもシステムそのものに対しても関心をもたなくなってしまう。むしろある程度、自分達でさい配のきくようになっていたほうが良い結果を生む」ということは、実際の場合でよく見受けられることである。突貫工事や消火作業を生じさせ、誘発する仕組みそのものは改善しなければならないが、これらを行う際の人々の意欲そのものまでも否定する必要はなからう。

システム開発を行う際にシステム運営の実施者がある程度、操作し得る余地があり、彼ら自身の責任と権限で処理できる程度の範囲にシステム化をとどめること、システム全体の一貫性を崩さない範囲で必要最小限の粗さでシステム化を図ることが大切である。精巧、精密なシステム作りではなく、多少粗いが肝心なところだけは押さえてあり、構造的にはシンプルなシステム作りである。しかしながら、現実の動きをみると CIM の方向は必要以上に、ますます精密なシステム化を進めて行こうとしているように思える。この結果、導入されるシステムは複雑になり、システム自身を動かして行くために手間、暇を要するという不思議な現象を出現させることになる。更に精密なシステム化により、人々はシステムの中味に関心をもたなくなり、システム自身の育成や改善が行われなくなる。その結果、システムの硬直化を招き、進歩が止まってしまう。

構築する CIM システムを必要最小限の粗さに押さえることは従来の我々のシステム改善の長所を生かすばかりでなく、導入されたシステム改善育成をも促進することになる。

(昭和 63 年 4 月 19 日受付)

文 献

- (1) Miller, Vollmann, Ferdow & Nakane: "Manufacturing Future Survey Report", Boston University Research Report (1983~1986)
- (2) 中根: 「生産システム再開発への挑戦」, 早大システム科学研究所紀要, No. 17, p. 268 (昭 61)
- (3) 機械振興協会経済研究所: 「CIM 化の方向と設計の自動化に関する現状と課題」, 研究報告書, 61-4, p. 61 (昭 62-5)
- (4) 中根: 総合化 MRP システム (昭 59-7) 日刊工業新聞