

CIM構築のモデル

福田 好朗

1. はじめに

近年は、企業を取り巻く環境の激変に対応するために、CIM (Computer Integrated Manufacturing) システムに対する関心が高く、年々、その導入意欲は、高くなってきている。毎年、日本能率協会が行なっている調査[1]によると調査対象の60%以上の150社近くが、CIMシステムの導入に積極的であり、その傾向は、徐々に増加している。このような、CIMシステム導入の意欲は、生産性の向上を中心とした従来の生産システムからの脱却と生産システムそのものが持っている連続的な変革を求める力、わが国の生産における情報化投資の遅れからの脱却から生じてきているものであろうと推測される。

しかしながら、このような関心の高さにもかかわらず、これらのシステムをどのように構築し、どのように運転し、どのように発展し、成長していくかについては、十分に検討されないままに、生産システムが持つ変革を期待する力によって導入されているのが現状である。特にわが国の生産技術力は、単に生産性を向上させるだけでなく、生産システムに対する変革を期待する力が強いので、その力による押し上げ効果によって個々のシステムの導入と自動化が行なわれている。当然、それらが含まれる生産システムの全体の方向性は明らかにされることは、今まではない。

この変革を期待する力は、すでにできあがったCIMシステムに対しても働く力であり、必ずしも新しいシステムのみに影響するのではなく、今後は導入したシステムの成長を含めたシステム作りの方法が問われるようになってくるであろう。

ここでは、このような問題に対処するための1つの方法として、生産システムの標準化とそのモデル化を取り上げて考えてみることにする。

2. CIMおよび生産システムモデル

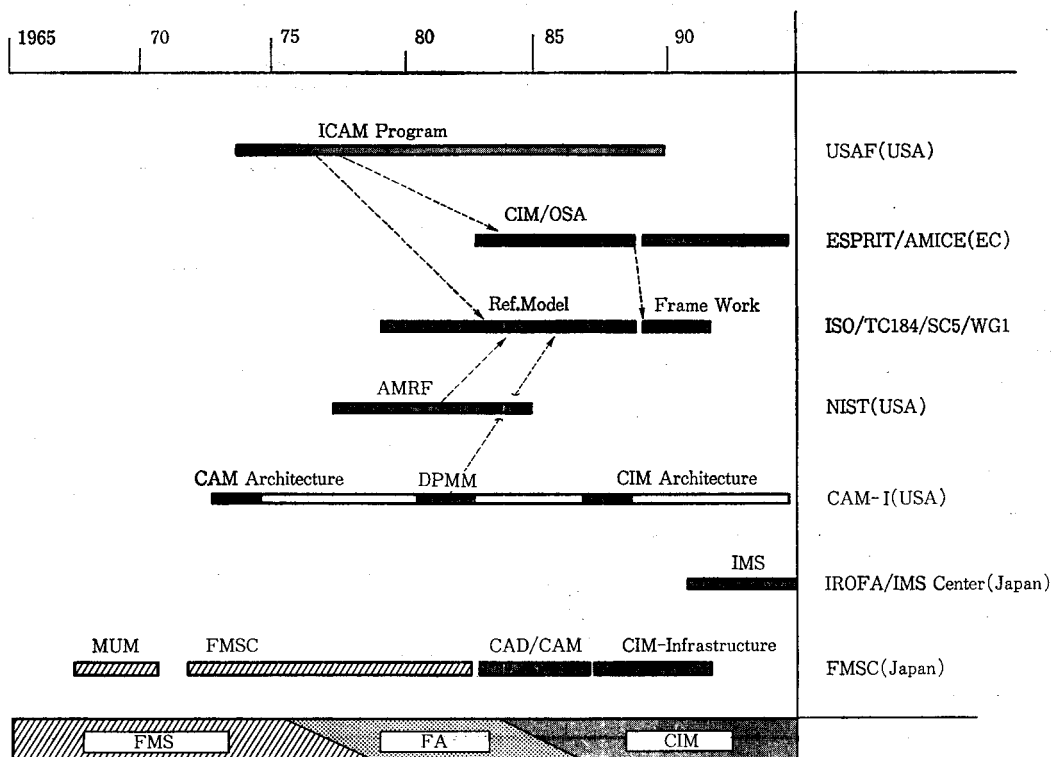
生産を考える場合、生産技術を固有の技術として考えその高度化を計るようなミクロな考え方と生産システム全体を捉え、それぞれの機能のつながりによって生産を考えるマクロな考え方がある。ミクロな考え方においては、加工方法や、生産管理技術、品質管理技術および生産設備などの改善、改良および開発が中心となる。一方、マクロな捉え方においては、生産システムの構成や運用に対する改良、設計ならびに開発が中心になる。生産システムにおけるマクロな捉え方においては、対象に対する普遍性や一般性が問題となり、その構成方法や設計方法を十分議論することができない。

このことは、従来から、システムとして生産を捉えようとする人々の間では話題となっており、生産システムをモデルとして取り扱えるかどうかの研究ならびにモデル化の方法やツールの開発が行なわれてきている。図1に示すのは、これまで行なわれてきた生産システムのモデル化、あるいはそのためのシステム開発の流れである[2]。これらの中で、いくつかのモデルあるいはモデルの記述法などが研究されてきている。

有名なものとしては、ICAM(Integrated Computer Aided Manufacturing) プログラムの中で開発された生産システムの記述方法 IDEF [3] や、欧州共同体(EC)において行なわれている ESPRIT (European Strategic Programme for Research and Development in Information Technology) の1つのプロジェクトの成果であるシステムの構築参照モデル CIM/O SA (Open System Architecture) [4]、国際的な民間の共同開発機関CAM-IのDPMM (Discrete Parts Manufacturing Model) [5]、あるいは NIST (National Institute of Standards and Technology) の AMRF (Automated Manufacturing Research Facilities) [6] などがあげられる。

最近では、ISO(International Standards Organization)のTC184/SC5/WG1において、生産自

ふくだ よしろう (財)機械振興協会 技術研究所技術主幹
〒203 東久留米市八幡町1-1-12



AMRF : Automated Manufacturing Research Facilities
 CIM/OSA : Computer Integrated Manufacturing/Open System Architecture
 DPMM : Discrete Parts Manufacturing Model
 FMSC : Flexible Manufacturing System Complex with Laser
 ICAM : Integrated Computer Aided Manufacturing
 MUM : Methodology of Unmanned Manufacturing

図 1 生産システムのモデル化を含む研究開発プロジェクト[2]

動化における標準化項目抽出のための参照モデルが技術資料としてまとめられ、さらにCIMの構成方法の標準化を計るフレームワークの検討など[7]、一般的にも、モデルに対する関心が高くなってきている。このようなモデルの代表的な例として、図2に、ISOのシステム

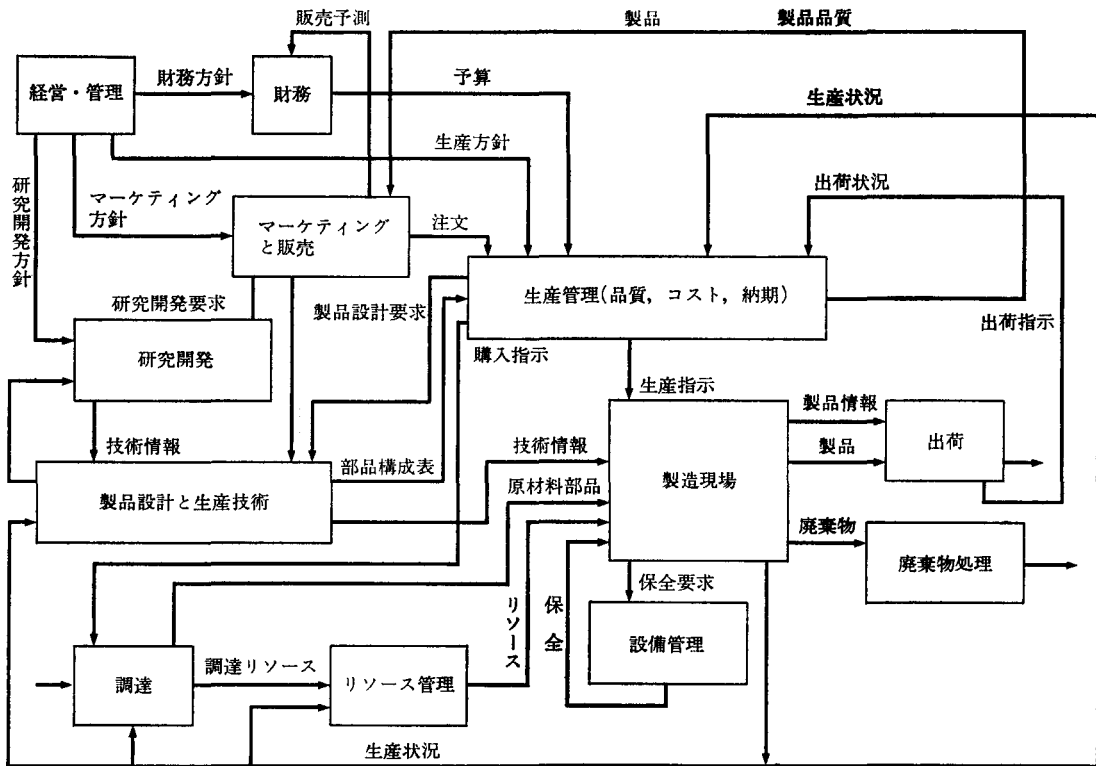
統合における標準化に関する参照モデルを示す[7].

生産システムの構成や設計に関する研究や開発は、CIM/OSAやISOの参照モデルのように、議論をはじめると必要となるモデルを提供することから、実行されてきている。これらの生産システムのモデル

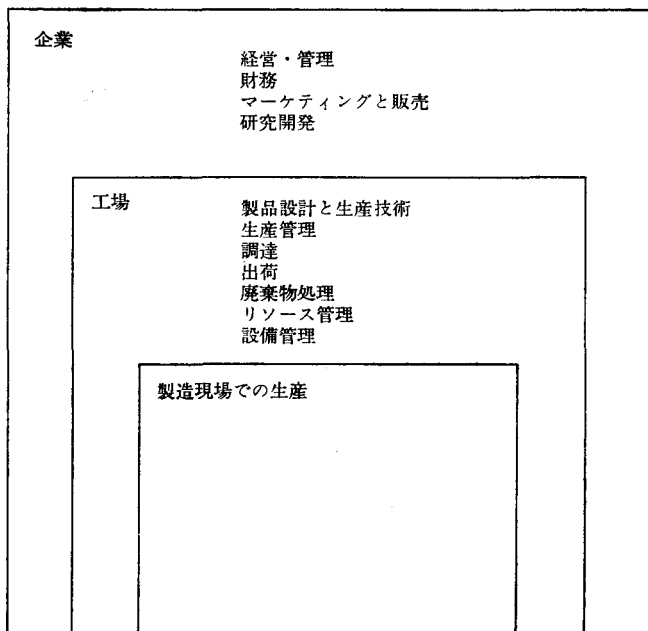
化は、生産の機能の結合状態を明確にし、システム全体におけるそれぞれの機能の位置づけや、マクロな視点で生産システムの果たす役割を理解するうえでは効果がある。また、一般的な議論を行なう上で、共通の基盤に立るという意味

図 2 (a) 製造現場における階層モデル

水準	アクティビティ	責任
4	セクション/エリア 製造現場の管理	製造現場でのジョブの管理(監督と調整) 製造のためのリソースの確保と割付け 製造のための各種支援
3	セル 製造工程間の管理	製造現場でのジョブの順序付けと監視
2	ステーション 装置の制御	製造装置への指示と監視
1	装置 製造の実施	指示にしたがって製造を実施



▲ (b) 機能とその関係モデル



◀ (c) 企業モデルの階層モデル

注：製造現場での生産の環境を企業と工場を含めて表わしたものである。

図 2 ISOの参照モデル [7]

でも意義がある。しかしながら、今まで議論され提示されてきたモデルは、静的な状態を表現することを目的にしたものが多く生産システムのふるまいをシミュレーションにより確認するような目的に用いることができないとの指摘もあった。このようなシミュレーションによる生産システムのふるまいの確認は、情報と物が同期する必要があるCIMシステムにおいては、その重要性が一段と高くなってきている。

このような背景と、コンピュータ技術の発展により、最近では、生産システム全体のシミュレーションが可能であるかどうかの議論が、「CIMシミュレーション」をキーワードに起ころうとしている。

3. CIMシミュレーション

CIMシステムに関するモデル化については、前節において述べてきたが、機能や情報のモデル化が詳細に行なわれるにつれて、それらのモデルを用いたシミュレーションの必要性も高くなってきた。生産システムのシミュレーションは、待ち行列を用いたシミュレーションなどによって部品の流れと滞留の関係を現わすものなどが知られているが、一般的には、CIMのシミュレーションがどのようなものかはまだ十分に明らかにされていない状態である。そこで、ここでは、CIMのシミュレーションについての要件について考えてみることにする。

CIMシステムは、生産に関係する諸機能をコンピュータによって統合し、生産システム全体の効率を最適化し、多様な要求に柔軟に対応することができることをめざしている。このような生産システムのシミュレーションでは、今までの生産システムのシミュレータと異なりシステムの表面的に現われる物流などの挙動を確認するだけでなく、情報による機能の結合状態、制御や指示などの情報と物の伝達のタイミングなどを含めたシステムの挙動の確認が主要な目的となる。つまり、それぞれの機能毎に作成された情報処理システムと間の情報や自動化された生産設備間の物の搬送やその授受のタイミングの確認である。

一般的には、このようなシミュレーションを行なうにあたっては、汎用的なシミュレーション言語GPSS (General Purpose Simulation System) あるいはSIMSCRIPT, SLAM などを用いることができる。しかしながら、生産システムでは、このような一般的なシミュレーション言語によるシミュレーションでは、モデルの作成に時間がかかることやプログラミングをしなけ

ればならないことなどから、より専用化したシミュレーションシステムへとその興味が移っていつている。このような、シミュレーションシステムの代表的なものとして、FMS (Flexible Manufacturing System) に関するシミュレータがあげられる。これらは、加工能力とバッファの関係、受注間隔と加工能力の関係、加工サイクルと搬送の力の関係などを明らかにする目的で作られたものである。このようなシステムは、ステーションの属性や製品の属性などをあらかじめ用意して、モジュール化しておいて、それらを組み合わせることで生産システムを表現しようとしている。ここで考えるCIMシステムでは、先に述べたように、情報の流れとそのタイミング制御の関係を記述することが重要であるが、現在の生産システムのシミュレーションでは、これらを十分評価することができない。

このことから、ここでのCIMシミュレーションとは、生産システムにおける要件を記述することができ、プログラミングを必要としないで、動的な挙動を確認できるユーザーフレンドリなものといえる。

CIMシステムの議論や検討では、情報の側面を強調して取り扱うことが多いが、生産の物理的な側面はすでに検討されているとの前提に立っているためにそうならざるを得ない。しかし、CIMシミュレーションにおいては、基本的には、取り扱う対象が生産のモデルであるので、当然物理的な側面である工場内の物流も表現できなくてはならない。このようなことから、情報と物の流れを同一的に取り扱うことのできるシミュレータが望まれる。しかしながら、情報と物は、その伝達速度、貯蔵空間などの性質の相違から区別して取り扱われなければならない面もある。物理的な面や情動的な面を意識して記述し、同一平面に記述しようとしたモデルとしては、著者らが開発しようとしているシステムにおいて用いられるモデル[8]あるいは東洋エンジニアリングがCIMのシステム設計に用いているMIFD (Material and Information Flow Diagram) モデル[9]などがある。それらの挙動の確認を行なうシミュレーションの提案は、まだ行なわれていない。

次に、CIMのシミュレーションにおいては、企業の諸活動の機能と製造の関係を的確に記述できなければならない。これは、CIMシステムにおいては、生産が、製造の場だけに限定されているのではなく、広範囲の企業活動と関係するものと考えられているためである。このようなシステムをシミュレーションできるシステムは

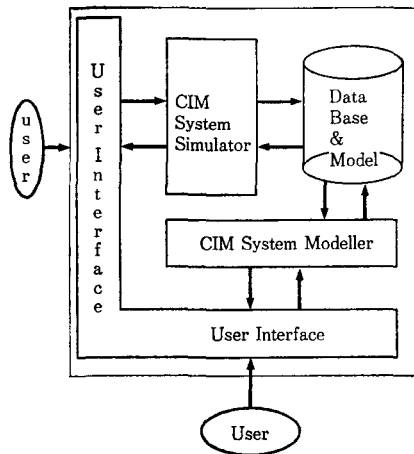


図 3 シミュレーションのシステム構成例

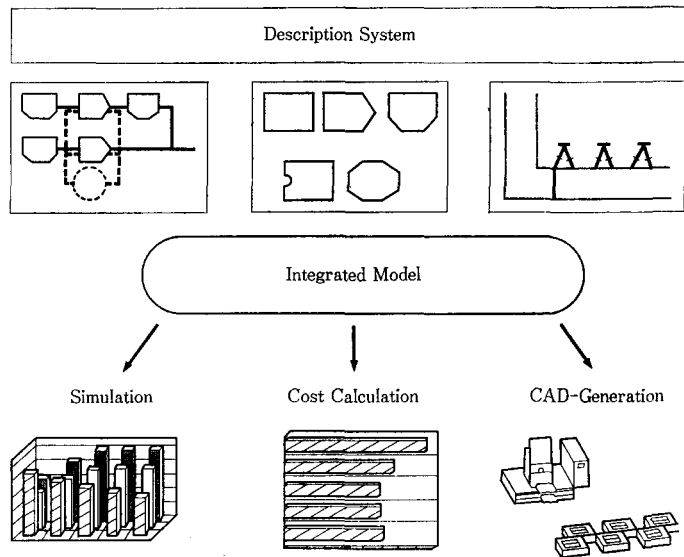


図 4 ベルリン工科大学のシミュレーションシステムの例 [10]

存在していないが、モデルとして捕えられようとするものとしては、前述のアメリカの IDEF などがあるが、その振る舞いを確認することはできない。

さらに、CIM シミュレーションにおいては、これらの企業活動の多量な情報を、見やすく、容易に表示する必要もある。つまり、シミュレーションにおいて企業の活動についてのふるまいを詳細に実現するが、シミュレーションの使用者が必要とする情報のみを必要な視点から表示する必要がある。CIM の場合、多くの立場の人の視点からの評価が必要となるので、当然多視点あるいは視点が切り替えられるようなマンマシンインターフェイスが必要となる。

このような要件を満たすためには、基本的には、図 3 に示すような、CIM モデルとシミュレーション、マンマシンインターフェイスを分離して構成するようなシミュレーションシステムが必要となる [8]。このようなシステムとして、ベルリン工科大学の研究所で開発しているシミュレーション [10] などがあげられる。これは、現段階ではショップフロアレベルのみを対象としているので CIM システムとしては規模は小さいが、図 4 に示すようにモデルとシミュレーションならびにユーザーインターフェイスからなっており、その発展性が期待されるものである。

実際の CIM の環境においては、一度に大きな情報処理システムを完成させて運用することはほとんどなく、部分的なシステムを完成させ、それらのシステム適合性

を確認して、次のシステム作成させるなど、段階的に成長することが多い。このように、部分的にできたシステムを統合させるためには、一括的な処理によるシミュレーションではなく、部分的な処理を分散して行なわせる分散処理を基本としたシミュレーションが必要になる。また、CIM では、同時に、いろいろな個所で意志決定が行なわれていて、そのタイミングに重要な意味がある場合があるので、従来の逐次的に処理を行なう単独の処理機構のみでは実体を現わすことができないとの指摘もあり、並列処理によるシミュレーションあるいは分散環境におけるシミュレーションなど、マルチプロセッサによるシミュレーションの必要性なども検討されている [11]。

最後に、このシミュレーションにおいては、事象の長期的な観測と細部のリアルタイムな確認の双方が求められるので、事象単位に時間を管理する機能と連続する時間にしたがって発生する事象を管理するマルチ機能を持つ時間管理機能が必要となる。

これらのことから、CIM のシミュレーションに求められているのは、次の項目である。

(1) それぞれの機能毎に作成された情報処理システムとの間の情報や自動化された生産設備間の物の搬送やその授受のタイミングの確認ができること。

(2) 生産システムにおける要件を記述することができる専用のシステムで、プログラミングを必要としない、ユーザーフレンドリに動的な挙動を確認できるこ

と。

(3) 性質の異なる情報と物の流れを統一的に取り扱うことができること。

(4) 企業の諸活動の機能と製造の関係を的確に記述できること。

(5) 多くの立場の人の視点からの評価が必要となるので、当然多視点あるいは視点が切り替えられるようなマンマシンインターフェイスが備わっていること。

(6) 事象の長期的な観測と細部のリアルタイムな確認の双方が求められるので、事象単位に時間を管理する機能と連続する時間にしたがって発生する事象を管理することができること。

さらに、可能であれば、分散環境におけるシミュレーションやマルチプロセッサによるシミュレーションが求められている。

4. CIMの標準化とモデル

研究の領域としては、CIMのモデル化とそのシミュレーションに関する研究が、その必要性から進められようとしている。一方、具体的なシステム構築の問題としては、CIMを構成する各モジュールの標準化およびモジュール間の接続の標準化が問題になっている。そして、この標準化に、モデルの概念が必要になってきている。これは、CIMシステムの対象が広範囲になり、単独の企業（ベンダー）がシステムを供給することができなくなってきているマルチベンダーによる構築を考えてきていること、すでに存在しているサブシステムあるいはモジュールをそのままにしながら接続あるいは統合を行ない新しい統合システムにしなければならないこと、今後さらに新しい要求が出てきたときに現在の統合システムを基にその要求に合わせて成長ができることなどの理由からである。つまり、システムの要求、構造、定義などを、生産システムのユーザー以外の第三者に明示的に示さなくてはならなくなってきたからである。

たとえば、ヨーロッパにおいて研究が進められているCIM-OSA [4]では、システム記述とそれによるモデル化と標準化を組み合わせることでマルチベンダー環境を提供することを考えている(図5)。そして、この動きは、CIM-OSAのプロジェクト参加企業の中での合意事項だけでなく、ヨーロッパの規格(CEN/CENELIC)あるいは国際規格(ISO/TC184/S C5/WG1)などに提案され、審議終了して仮規格(E

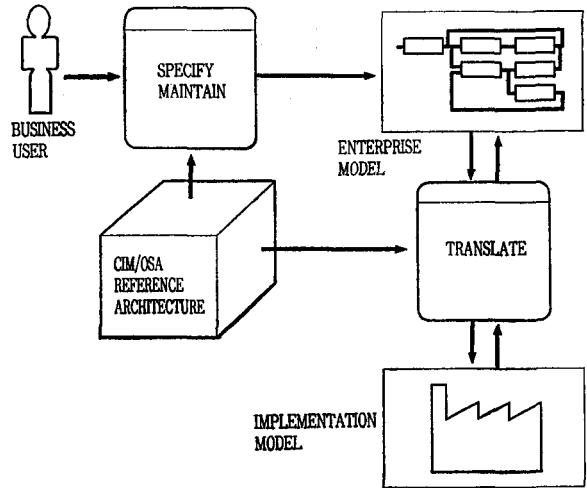


図5 CIM-OSAの企業モデルと実施モデルとの関係[4]

NV) になっていたり、フレームワークが検討されようとしている(ISO)。

このような、モデルの標準化、あるいはそれを構成するモジュールの標準化などの動きは、シミュレーションのモデルと無縁ではないので、これらの動きを十分観察する必要がある。

5. まとめ

CIMにおけるモデルとシミュレーションならびにモデルの標準化の関係を見てきた。生産システムが、今後も継続的に発展し、1つの生産システムにおいて、複数のメーカーが製作した設備あるいはコンピュータを使用して、CIMシステムを構築するような環境においては、モデル化技術や構成要素およびそれらの間の標準化が必要となると想定されている。しかしながら、現在のわが国の製造業は、それぞれの企業が独自の生産システムを設計し、運用し、管理する能力を持っているので、CIMに関するモデル化や標準化などの技術に対する必要性は、それほど高くない。ただし、今後、システムの規模が大きくなること、製造技術者の絶対数が不足することなどを考慮すると、生産の基本を理解し、生産の仕組みを明らかにし、より高速で、より競争力のある生産システムを作り出すためには、このような技術も検討を要する課題の1つとなろう。

参考文献

[1] (株)日本能率協会, 経営課題調査<生産>, 日本能率協会, 1989年11月。

新時代のコンピュータ総合誌

Computer Today

3月号/発売中/定価930円

最新GUIの全貌

OPEN LOOK, Motif, PM, Windows 3.0, NeXTStep

OPEN LOOK グラフィカルユーザインタフェースと国際化

成田雅彦・山田 茂・貝谷紀和・島村真己子

OSF/Motif オープンシステムのグラフィカル

OSF/Motif Release 1.1 ユーザインタフェース

オープン・ソフトウェア・ファンデーション

Motifのプログラミングの実際 小針廣永

OS/2: Presentation Manager 中新田秀美

Windows 3.0は何をを目指す 川合英俊

プログラマからみたWindows 3.0 菅野 健

＜新連載＞

プログラミングとロジシャン 野崎昭弘

MS-DOSシェルプログラムの技法 木下 恂

Cの高速コーディング 太田昌孝

アセンブラ入門 玉井 浩

月刊誌

数理科学

3月号/発売中/定価980円

ファジ理論

最近の展開と応用

ファジって何?	寺野寿郎
ファジ理論の進展	向殿政男
最近のファジ制御法	水本雅晴
環境長期予測支援システム	甲斐沼美紀子
地震予知と気象現象の予測	市川政治
ファジ理論の医療への応用	有田清三郎
ニューラルネットによる近似識別	石淵久生
言語モデリング	安川隆廣・菅野道夫
ファジ理論を用いた言語による色彩の混色	中西祥八郎
ファジ・フェイスチャート	椎塚久雄
ファジへの提言	竹内外史
ファジへの思い	村上陽一郎

■最新刊 好評発売中

リレーショナルデータベース入門

データモデル・SQL・管理システム

増永良文著/A5/定価2472円

▶価格表示は、税込み価格となっています。

サイエンス社

東京都千代田区神田須田町2-4 安部徳ビル

電話 (03)3256-1091(代) 振替 東京7-2387

- [2] 福田好朗, CIMモデルの動向, IBM REVIEW, Vol.109, 1990年.
- [3] Design/IDEF Users Manual Meta Software, Ver.1.5
- [4] AMICE, Open System Architecture for CIM, Springer-Verlag, 1989.
- [5] CAM-I Standard Committee, Discrete Parts Manufacturing Model, CAM-I, 1983.
- [6] A.T. Jones, C.R. Mclean, A production Control Module for the AMRF, Center for Manufacturing Factory Automation Division, NBS, 1985.
- [7] ISO/TC184/SC5/WG1, Reference Models for Shop Floor Production Standards Part 1, ISO Technical Report 10314, 1989.
- [8] 岩田一明, 福田好朗, CIMシステムのシミュレーションに関する研究, 1990年度精密工学会春季学術講演会論文集, 1990年3月.
- [9] 鎌田栄一, 野池清文, CIM構築におけるSIの役割について, IBM REVIEW, Vol.109, 1990年.
- [10] B. Wieneke, et. al., MOSY-A Planning System for Manufacturing and Assembly Planning, Proc. of 5th International Conference on Simulation in Manufacturing, 1989.
- [11] 藤井 進, CIMのためのシミュレーション, Proc. of 1st CIM Japan Seminar, 1990年