

仮想生産—コンピュータ・ シミュレーションによるものづくり



研究ノート

岩田 一 明*, 小野里 雅 彦**

Virtual Manufacturing-Making Products in Computer Simulation

Key words : Virtual Manufacturing, Computer Simulation, Manufacturing System

1. はじめに

仮想生産とは生産に関するさまざまな現象をコンピュータを用いてシミュレーションし、仮想的に生産を生み出す概念であり、ここ数年、国内外で大きな関心を集めている¹⁾²⁾。加工シミュレーションや物流シミュレーションなど、これまでも生産分野では各種のコンピュータ・シミュレーションが広く用いられてきた。それが仮想生産として注目を集めるようになったことの背景には、最近のコンピュータの計算能力とグラフィックス能力の目覚ましい向上により、刻々と変化するシミュレーションの過程を現実感豊かに利用者に提示できるようになったことに加えて、実生産の前段階での trial and error の試行をできる限り減少させたいこと、また、生産にあたって自然環境やリサイクルといった多くの新しい複雑な要因を計画の段階であらかじめ考えておくことが必須となってきたことなどがある。

本稿では仮想生産の基本概念についてまず述べたあと、その実現に向けての当研究室での研究アプローチを紹介する。さらに仮想生産が実際の生産にどのように適用できるかにいて述べることとする。



* Kazuaki IWATA
1934年9月23日生
1964年京都大学大学院工学研究科
博士課程修了
現在、大阪大学工学部、電子制御
機械工学科、教授、工学博士、生
産システム学
TEL 06-879-7339

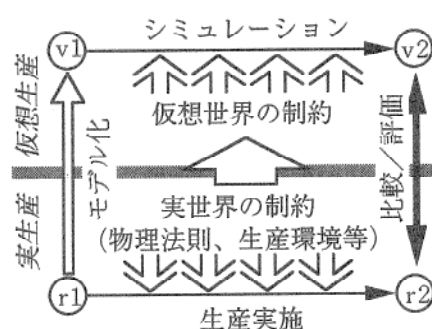


図1 モデリングとシミュレーションの図式

2. 仮想生産の基本概念

まず、仮想生産の考え方を図1に基づき、実生産との関係から明らかにする。実世界での生産に関わるもの(r1)をモデル化することで仮想世界にr1のモデル(v1)を作る。そのv1に対して生産のシミュレーションをモデル化された制約の下で行う。シミュレーションの結果(v2)と実際の生産の結果(r2)とを比較、評価する。

この図式そのものはシミュレーション一般に対して成り立つが、仮想生産においては以下のことが指向される点に特徴がある。

- (1) モデル化にあたっては、実世界の対象の持つ構造をなるべく忠実に一すなわち、詳細かつ多面的に一記述を行う。
- (2) シミュレーションにおいては実世界のもつ制約をなるべく忠実に取り込み、詳細なレベル(例えば物理現象レベル)でのシミュレーションを行う。
- (3) 比較、評価においては、シミュレーションの過程や結果の提示がもつ総合的なリアリティ(本物らしさ)を重視する。すなわち、

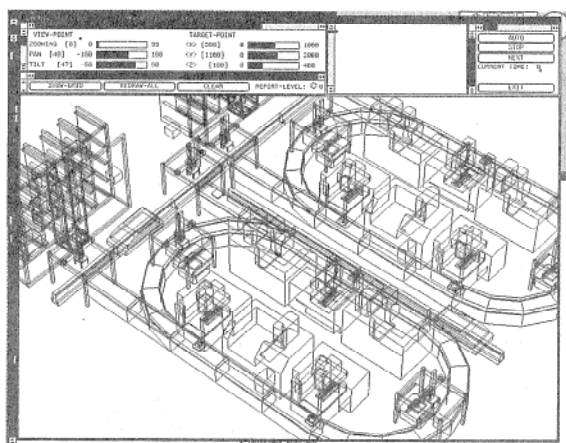


図2 工場の3次元モデルの例

「コンピュータ内部の情報空間に製造工場（あるいはその一部）を構築し、それを実際と同様に操作することで、実生産により近い情報を生み出すこと」が仮想生産の目指すものである。

3. 仮想生産実現へのアプローチ

次に上で述べた仮想生産の実現を目指して当研究室で進めている研究開発³⁾⁻⁵⁾のアプローチを、モデル化、シミュレーション、結果の比較、評価のそれぞれに対して述べる。

生産を構成する多種多様でかつ多くの要素を詳細かつ体系的にモデリングするために、オブジェクト・モデリングと3次元形状モデリングの手法を用いる。オブジェクト・モデリングにより、工場に存在する各対象の属性、構造、振る舞いをオブジェクトとしてひとまとまりに記述できる。そうしたオブジェクトを組み合わせることによりラインや工場全体の複雑なモデルを構築する。また、3次元形状モデルは詳細な物理シミュレーションやコンピュータ・グラフィックスを行う上で不可欠である（図2参照）。工場の機器や製品の3次元形状は、3次元CADシステムの設計業務への普及により、すでにモデル化されている場合が多い。

仮想生産のためのシミュレーションに関しては、有限要素法などによる加工シミュレーションや動力学を考慮したロボットマニピュレータの動作シミュレーションなど、現存の優れたシミュレーション・ソフトウェアを利用する手法

を開発している。さらに、コンピュータ・ネットワーク上に分散したシミュレーションのためのハードウェア/ソフトウェア資源を用いて並列シミュレーションを実行する分散シミュレーションの研究開発を行っている。これにより、シミュレーションの計算負荷を分散してリアルタイム性を高めるとともに、多様なハードウェアとソフトウェアをもつコンピュータを仮想生産の実行環境に組み込むことが容易になる。

シミュレーション結果の比較、評価に関しては、高性能の3次元グラフィックス・ワークステーションにより、複雑な工場のシミュレーションをリアルタイムで利用者に提示するユーザインタフェースを開発している。さらにバーチャル・リアリティの手法により臨場感を高めて、仮想生産の世界での生産に利用者が介入する仕組みの開発を進めている。

こうした研究アプローチに基づき、仮想生産のためのアーキテクチャの提案と仮想生産を実現するコンピュータ・システムの研究開発を進めている。図3に当研究室で進めている仮想生産の研究開発の概念図を示す。研究開発は生産の管理を行うビジネスプロセス、素材から最終製品に至るプロダクト・ライフサイクル・モデリング、生産設備に関する仮想ショップフロア、および加工や組立などの製造プロセス・シミュレーションの4つが含まれている。それらを統合することにより仮想生産の実現を目指している。

また、仮想生産をコンピュータ内で完全に閉じたシステムにするのではなく、実際の生産設備のコントローラやセンサを取り込んだ形の、実一仮想の混在したコンピュータ環境を開発している。

4. 仮想生産の適用分野

仮想生産の実現は、製造企業における生産システムに関わるさまざまな設計や事前評価などに大きく役立つものと期待される。すなわち、

- (1) 工場の新規設計支援（構成機器の種類や台数とレイアウト等）
- (2) 数値制御機械の制御プログラムの評価（動作シーケンスやタイミング等）

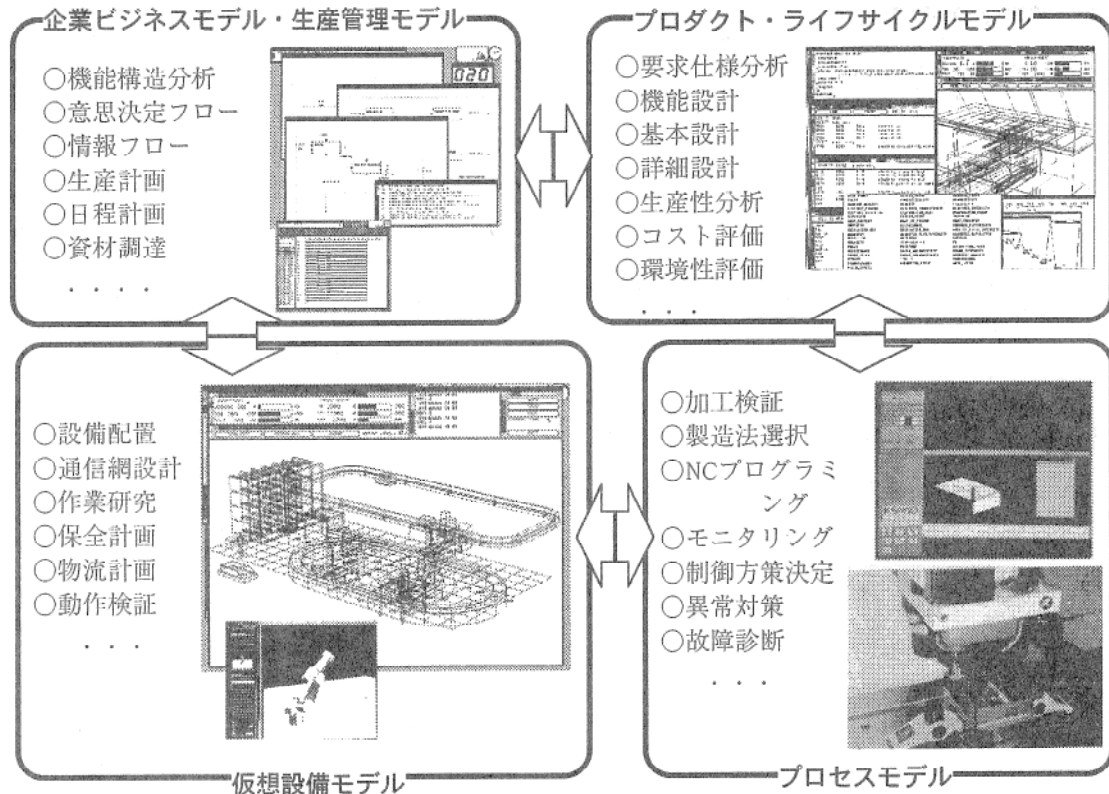


図3 仮想生産を構成する4つのモデルとそれに対する適用分野と実装例

- (3) 物流に関する詳細なシミュレーション(移送時間, 仕掛け量等)
- (4) 異常発生時のシミュレーション(加工機の故障, ワークの不良等)
- (5) ショップフロアのモニタリング(ショップからの実データの視覚的表示等)
- (6) 作業員の作業訓練(工場完成前の事前教育や異常時の対処法の訓練等)

などが考えられる。

また, 大規模な生産設備を持たない大学などにおいて, 生産システムの設計, 運用の演習を行うなど, 教育面に対しても大きな効果があるものと期待される。

5. おわりに

以上, 仮想生産の基本的な概念の説明と, 当研究室で行っている研究開発について簡単に述べてきた。仮想生産は, 機械, 加工, 通信, 情

報処理, 制御, システムなどのさまざまな分野の研究開発の成果を総合した学際的な研究分野であり, 未解決の課題が数多く残されている。本稿が生産工学以外の分野の研究者の方々に仮想生産への興味を持っていただくきっかけとなれば幸いである。

参考文献

- 1) J. V. Owen, Manufacturing Engineering, 113, 5, (1994) 33-37.
- 2) 仲町英治編著, パーチャルファクトリー—未来工場への挑戦, 工業調査会(1994).
- 3) M. Onosato, K. Iwata, the Annals of CIRP, 42, 1, (1993) 475-478.
- 4) M. Onosato, K. Iwata, Proc. INCOM'92, (1992) 281-286.
- 5) K. Iwata, et. al., the Annals of CIRP, 44, 1, (1995) (to be published).